

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

**Sistema Cerec**  
**Uma revisão de literatura**

**Victor Barbato Pires Santos**



**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Curso de Graduação em Odontologia**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Victor Barbato Pires Santos

**SISTEMA CEREC:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho apresentado à  
Universidade Federal de Santa  
Catarina, como requisito para a  
conclusão do Curso de Graduação  
em Odontologia  
Orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso  
Baratieri  
Co-orientadora Profa. Dra. Renata  
Gondo-Machado

Florianópolis  
2015



Victor Barbato Pires Santos

## **SISTEMA CEREC: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de maio de 2015

### **Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Gondo Machado  
Co-orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

MS Gustavo Chraim  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina



Esse trabalho é dedicado a quem  
devo tudo em minha vida, meus  
pais.





## AGRADECIMENTOS

A **Deus** por olhar por mim, me iluminar e dar forças em cada etapa, boa ou ruim, por que passei em minha vida.

Aos meus **pais**, Gisele e Mauricio por todo o sacrifício, luta e preocupação incansável para que eu tivesse uma vida saudável, feliz e promissora. A dedicação e o amor de vocês serão sempre lembrados e reconhecidos, por isso, toda vitória e conquista serão em suas homenagens.

À minha **namorada** e alma gêmea, Gabriela por ser o acréscimo que faltava em minha vida. Por toda a ajuda, todo o companheirismo e amor, que me transformaram e me ajudaram a alcançar este objetivo.

À minha **família**, primos, tios e avós, por toda a união, suporte e auxílio em minha caminhada. Especial ao meu avô, Jaime, por ser meu maior exemplo de caráter, sabedoria e amor pela família.

Aos **amigos de infância**, Fabio, Bruno, Guilherme, Lorenzo, André, Vitor e Renan, por fazerem verdadeiro o termo "amizade eterna".

Aos **amigos de curso**, Arthur, Eduardo, Vinicius, Victor, Murillo, Paulo Henrique, Ricardo, Wagner, Jonas, Tiago, Gustavo Rinaldi e Gustavo Baur, por me acolherem e me ensinarem que amizade verdadeira não precisa ser baseada em tempo. Ao também amigo, Paulo, por ter sido além de amigo, um irmão, que me ajudou a superar diversos desafios durante grande parte do curso.

Aos futuros **sogros** Gilmar e Rita, por me receberem e tratarem tão bem. Também por me incentivarem e servirem de exemplo na profissão.

À **co-orientadora**, Prof. Renata por todos os ensinamentos. De odontologia, de vida e de ser humano. Jamais esquecerei todo o suporte que me foi dado gratuitamente e se tornou imprescindível para minha graduação e futura profissão.

À **banca**, por me proporcionar um aprendizado com pessoas tão valorosas. Ao Prof. Sylvio, não só pelo inquestionável talento como professor de Odontologia, mas também pelo ser humano que é, um ícone de pessoa, em todos os sentidos. Também ao amigo Gustavo, por toda disposição, ajuda e conselhos de uma grande pessoa que é.

Ao **orientador** Prof. Baratieri por mostrar que ídolos também são gente e podem ser muito mais simples do que parecem. A Odontologia sempre estará bem representada enquanto estiver nas mãos e palavras do professor.

À **servidora e amiga** Iara por toda a ajuda durante o curso, por me mostrar que "fazer o bem sem olhar a quem" não é só uma frase e pode sim, sair do papel.

Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, de repente, você estará fazendo o impossível.

(Francisco de Assis)



## RESUMO

A busca na odontologia moderna por métodos de tratamento que aliem não só estética e durabilidade mas também facilidade de execução e economia de tempo é constante. Neste sentido o progresso tecnológico e o uso da tecnologia CAD/CAM na odontologia vieram como uma solução para estes dilemas. O CEREC é um sistema de CAD/CAM que pode ser utilizado diretamente na clínica ou em laboratório de prótese dentária. Através de impressões digitais, diretamente na boca ou em modelos de gesso, com auxílio de um computador e uma fresadora específicas do sistema, se torna possível a execução de qualquer restauração desejada. Além disso, com o desenvolvimento da tecnologia, outras áreas como implantodontia e cirurgia bucomaxilofacial vêm utilizando o auxílio do sistema em suas práticas. O presente trabalho tem o objetivo de revisar a literatura através de um levantamento de artigos científicos, periódicos, livros, dentre outras publicações científicas em bases de dados na internet, bibliotecas e sites oficiais credenciados do sistema, à cerca do sistema CEREC de CAD/CAM, descrevendo sua evolução, mostrando materiais e técnicas do sistema, além de apresentar resultados, vantagens e desvantagens de sua utilização. O sistema CEREC e sua tecnologia CAD/CAM, é altamente útil, funcional e financeiramente viável para muitas práticas. Tendo resultados positivos e comprovados, é muito provável que sua utilização cresça e se torne cada vez mais natural em grande número de consultórios e laboratórios do ramo.

**Palavras-chave:** CAD/CAM, CEREC, tecnologia odontológica, tratamento restaurador.



## **ABSTRACT**

The search for treatment methods that combine aesthetics and durability but also facilitate the execution and the agility of the procedure in modern dentistry are constant. At this sense technological progress and the use of CAD/CAM in dentistry came as a solution to these dilemmas. The CEREC is a CAD/CAM system that can be used directly at the office or at a dental laboratory. Through digital impressions directly in the mouth or on dental casts, with the aid of a computer and a specific milling system, it becomes possible to perform any desired restoration. Moreover, with the development of technology, another areas such as implantology and maxillofacial surgery have been using the system to improve their practices. This study aims to review the literature through a survey of scientific articles, journals, books, among other scientific publications in databases on the Internet, libraries and accredited official websites of the system, about the CEREC system of CAD/CAM, describing its evolution, showing materials and system techniques, and present results, advantages and disadvantages of their use. The CEREC system and its CAD/CAM technology, are highly useful, functional and financially feasible for many practices. Having positive and proven results, it is very likely that their use grows and becomes more and more natural in many offices and dental laboratories.

**Keywords:** CAD/CAM, CEREC, dental technology, restorative treatment.





## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**CAD/CAM** - Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing

**CEREC** - Ceramic Reconstruction

**IOS** - *Scanner* intraoral

**FDA** - Food and Drug Administration

**g** - Gramas

**mm** - Milímetros

**min** - Minutos

**s** - Segundos

**STL** - Estereolitografia

**MPa** - Megapascals

**Y-TZP** - In-Ceram YZ

**TCFC** - Tomografia computadorizada tipo cone beam

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** - Óxido de alumínio

**ZrO<sub>2</sub>** - Óxido de zircônio

**LS<sub>2</sub>** - Dissilicato de lítio

**LT** - Baixa translucência

**HT** - Alta translucência

**MO** - Média opacidade

**PMMA** - Polímero de acrilato

**mm** - Milímetros

**nm** - Nanômetros

**TC** - Tomografia computadorizada

**PCV** - Planejamento cirúrgico virtual



## LISTA DE SÍMBOLOS

**μm** - Micrômetros

**%** - porcentagem

**°C** - graus Celsius

**°F** - graus Fahrenheit

**>** - maior

**<** - menor



## SUMÁRIO

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                | 23 |
| <b>2 OBJETIVOS</b>                 | 25 |
| 2.1 <i>Objetivo Geral</i>          | 25 |
| 2.2 <i>Objetivos Específicos</i>   | 25 |
| <b>3 METODOLOGIA</b>               | 27 |
| <b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b>     | 29 |
| 4.1 Evolução da Tecnologia CAD/CAM | 29 |
| 4.2 Evolução do Sistema CEREC      | 31 |
| 4.3 Materiais                      | 41 |
| 4.4 Técnicas                       | 52 |
| 4.5 Metodologia de Funcionamento   | 54 |
| <b>5 DISCUSSÃO</b>                 | 59 |
| <b>6 CONCLUSÃO</b>                 | 75 |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                 | 77 |



## 1 INTRODUÇÃO

A odontologia tem uma longa história de contribuição às necessidades dos pacientes, oferecendo diversos dispositivos restauradores e protéticos. Tudo isso com o objetivo de recuperar a função oral e manter a saúde do paciente. Durante o século 20, tanto os materiais utilizados na odontologia quanto a tecnologia para a fabricação de dispositivos dentários progrediram notavelmente (MIYAZAKI et al., 2009). A exigência estética não mais se restringe a dentes anteriores, sendo cada vez maior o número de pacientes que optam por restaurações com coloração mais próxima de um dente hígido também em regiões posteriores (ISIDOR, BRONDUM, 1995; RITTER, BARATIERI, 1999; DUKIC et al., 2010; FASBINDER, DENNISON, HEYS, NEIVA, 2010; POTICNY, KLIM, 2010). Com o passar do tempo, a substituição de restaurações de amálgama por restaurações menos perceptíveis vêm se tornando cada vez mais rotineira (BRUNTHALER et al., 2003; KOVARIK, 2009; LANGE, PFEIFFER, 2009).

As restaurações diretas com resina composta visaram suprir estas necessidades (KOVARIK, 2009; LANGE, PFEIFFER, 2009). Porém, algumas limitações como, por exemplo, dificuldades em estabelecer um adequado contato proximal, a contração de polimerização, manchamento marginal e a difícil confecção da correta anatomia dental (ISIDOR, BRONDUM, 1995; DONLY et al., 1999; RITTER, BARATIERI, 1999; TSITROU et al., 2009; MARCHESI et al., 2010; SABATINI et al., 2010) restringiram o uso dessa técnica restauradora, principalmente, quando há grande perda de estrutura dental, tornando mais interessante a utilização de restaurações indiretas (RITTER, BARATIERI, 1999; MEYER et al., 2003; KESHVAD et al., 2011).

Hoje em dia, não há dúvidas de que trabalhos odontológicos de alta qualidade podem ser rotineiramente fabricados através da colaboração de dentistas e técnicos em prótese dentária (MIYAZAKI et al., 2009). As restaurações indiretas podem ser confeccionadas com resina composta ou cerâmica, sendo os sistemas cerâmicos com estética superior, maior biocompatibilidade e maior resistência ao desgaste (MEYER et al., 2003; KESHVAD et al., 2011).

No entanto, o trabalho no laboratório continua árduo e altamente dependente da experiência de cada técnico (MIYAZAKI et

al., 2009). E é aí que se têm o avanço tecnológico como aliado, estando o cotidiano dos seres humanos cada vez mais próximo e dependente dos computadores, na odontologia não pode ser diferente. Assim, surgiram tecnologias que eliminam a necessidade de um técnico de laboratório, associado, às exigências do mundo moderno, pois as horas diárias são curtas para a realização dos inúmeros compromissos (BUSO, KONNO, MARTINS, 2004).

Esta busca constante por métodos de tratamento que aliam estética, durabilidade, facilidade de execução e economia de tempo, tanto para o profissional quanto para o cliente, trouxe o progresso tecnológico que ocorre em diversos campos da ciência, para também ser aplicado na área odontológica. Nesse sentido, os sistemas CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing), onde restaurações são planejadas e fabricadas com auxílio do computador, representam uma associação de sucesso entre, a evolução da informática e a da engenharia para as necessidades da odontologia (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). Desenvolvido nos anos 80 por Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça, o primeiro sistema a ser utilizado e comercializado de forma viável, o CEREC (Ceramic Reconstruction), já tinha os objetivos principais de obter um material de elevada qualidade, padronizar processos de fabricação e reduzir os custos de produção, possibilitando a realização da restauração indireta em uma única sessão (MÖRMANN, 2004; FASBINDER et al., 2005; LIU, 2005; GIORDANO, 2006; MORMANN, WERNER, 2006; FREEDMAN et al., 2007; LIU, ESSIG, 2008; ZIMMER et al., 2008; MIYAZAKI et al., 2009; COSTA et al., 2010; FASBINDER et al., 2010; POTICNY, KLIM, 2010).

Com o grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM no meio odontológico até os dias de hoje, é necessário o conhecimento de um todo nesta área. Por isso, o objetivo proposto pelo presente trabalho, através de uma revisão bibliográfica, apresentar a tecnologia CAD/CAM, especificamente, o sistema CEREC.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar uma revisão de literatura sobre o sistema CEREC.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Descrever a evolução da tecnologia CAD/CAM na odontologia;
- Descrever a evolução do sistema CEREC;
- Apresentar os principais materiais utilizados no sistema CEREC;
- Apresentar técnicas de uso e auxílio do sistema CEREC.
- Esclarecer a metodologia de aplicação e funcionamento do sistema CEREC.
- Apresentar resultados, vantagens e desvantagens da utilização do sistema CEREC.



### 3 METODOLOGIA

O presente estudo expõe uma revisão de literatura realizada através de um levantamento de artigos científicos em bases de dados na internet, como PubMed, Bireme e SciELO (Scientific Electronic Library Online). Foram utilizados os seguintes descritores: Cad/Cam Technology; Cad/Cam Restorations; Ceramis; Computer Communication Networks; Computer-Aided Design; Crowns; Dental Occlusion; Dental Porcelain; Dental Restorations; Inlays; Software; Dental Porcelain; Cerec; Dental Prosthesis Design; Imaging Three-Dimensional; Dental Impression Technique; Dental Models.

Outras ferramentas de busca, como por exemplo, o Google Acadêmico, além de sites oficiais e credenciados específicos ao sistema CEREC, como do fabricante, dos fornecedores de material de consumo e de treinamento, também foram utilizadas. Como complemento foi realizada uma busca na Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina, de artigos, teses, dissertações, periódicos, livros, entre outras publicações científicas. O período de abrangência do estudo foi de 1971 a 2015.



## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA CAD/CAM

Na indústria em geral, CAD/CAM refere-se ao processo de utilização de computadores para criação, projeção e fabricação de qualquer tipo de produto. O termo CAD/CAM implica que se pode utilizar um sistema em particular, tanto para a concepção do produto desejado quanto para controlar seu processo de fabricação (NAZARIAN, 2008). Em outras palavras, consiste em obter o desenho de uma estrutura num computador (Computer Aided Design) seguido da sua confecção por uma máquina de fresagem (Computer Aided Manufacturing) (MÖRMANN, 2004; WITKOWSKI, 2005; LIU, 2005).

Durante os anos 50, o setor industrial prontamente passou a adotar ferramentas que podiam repetidamente serem usadas para fabricação de variadas formas, com diferentes dimensões e complexidades. A indústria aeronáutica, por exemplo, fez uso de tal tecnologia para produzir com precisão seus componentes. O desenvolvimento do software CAD levou a inúmeras aplicações, que proporcionaram à engenheiros, designers e fabricantes da época, um conjunto sofisticado de ferramentas e sistemas para projetar, desenvolver e fabricar uma ampla variedade de produtos que se expandiram a quase todos os setores industriais. Os sistemas rudimentares da época de 1960 já se tornaram tão avançados que, combinando o grande potencial, a diminuição do tamanho do maquinário e relativamente o baixo custo dos computadores, a tecnologia não só é acessível, mas também pode ser utilizada por pessoas sem formação em engenharia ou desenho (NAZARIAN, 2008).

Os sistemas CAD-CAM apresentam basicamente três fases: 1) aquisição dos dados, chamada de escaneamento (óptica mecânica ou laser); 2) um software para elaboração dos dados obtidos; 3) uma máquina automática, que seguindo as informações do software, produz a peça a partir dos blocos do material desejado (GIANNETOPOULOS, VAN NOORT, TSITROU, 2012; LIU, 2005). Este tipo de tecnologia, teve sua introdução na Odontologia, no final da década de 70 e início da década de 80. Isto graças a François Duret, na França, Bruce Altschuler, nos EUA e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça. Os objetivos eram, até então, a automatização

de um processo manual de modo a obter material de elevada qualidade, padronizar processos de fabricação e reduzir os custos de produção (DURET et al., 1988; LIU, 2005; MORMANN, 2004; WITKOWMSK, 2005).

Dr. Duret foi o primeiro no campo de desenvolvimento do CAD/CAM na odontologia. Em 1971, ele começou a fabricar coroas com a forma funcional da superfície oclusal usando uma série de sistemas que começaram com uma impressão óptica do dente, seguido da projeção de uma coroa ideal considerando o movimento funcional e fresagem de uma coroa usando uma máquina fresadora de controle numérico. Mais tarde, desenvolveu o Sistema de Sopha, que teve um impacto sobre o posterior desenvolvimento do sistema CAD/CAM para odontologia do mundo (MIYAZAKI et al., 2009).

Em 1977, Young e Altschuler apresentaram a idéia de utilizar a holografia laser para fazer um mapeamento intra-oral (CORREIA et al., 2006), porém, o sistema não alcançou o devido sucesso comercial pelo custo elevado e complexidade de uso (LIU, ESSIG, 2008). Foi por volta de 1980, na Suíça, que Werner Mormann, professor do Centro de Odontologia da Universidade de Zurique e seu amigo Marco Brandestini, engenheiro elétrico, criaram o primeiro sistema de CAD/CAM que viria a se tornar disponível no mercado, o sistema CEREC (Ceramic Reconstruction) (MORMANN, 2006).

Atualmente, a tecnologia CAD-CAM tem sido utilizada na Odontologia na produção de restaurações de prótese fixa como, por exemplo, coroas, pontes e facetas. Várias empresas têm desenvolvido sistemas CAD-CAM de alta tecnologia, que se baseiam em três componentes fundamentais: sistema de leitura da preparação dentária (scanning), software de desenho da restauração protética (CAD) e sistema de fresagem da estrutura protética (CAM ou milling) (LIU, 2005; TINSCHERT et al., 2004 apud CORREIA et al., 2006).

Existem várias empresas que trabalham com o sistema CAD/CAM, diferenciando seus modos sistemáticos, que podem ser divididos segundo a disponibilidade de ceder os arquivos CAD ou não. Havendo os sistemas CAD/CAM abertos e CAD/CAM fechados. A vantagem de um sistema aberto é a possibilidade de poder escolher o sistema CAM mais adequado aos propósitos, pois é possível transmitir o arquivo CAD para outro computador. Já, os

CAD/CAM fechados oferecem todo o sistema de produção em seu programa (TINSCHERT et al., 2004).

Segundo Correia et al. (2006), esses sistemas podem ainda classificar-se segundo o local onde são utilizados: clínica ou laboratório. A grande maioria dos sistemas funciona em laboratório, no entanto, o sistema CEREC, da empresa Sirona, é um dos únicos que apresenta ambas as modalidades: chairside, especialmente para a clínica, e inLab, essencialmente para o laboratório. Assim no âmbito laboratorial, houve uma diminuição de custos e tempo, quando muitos trabalhos dispendiosos passaram a ser realizados por uma máquina e concomitantemente obteve maior controle de qualidade entre os trabalhos protéticos (FREEDMAN et al., 2007; MIYAZAKI et al., 2009). No consultório, o clínico pôde se beneficiar com a diminuição de riscos de infecção cruzada, praticidade, diminuição do tempo de espera de confecção da peça cerâmica, custos laboratoriais reduzidos e resolução de casos em uma única sessão (FREEDMAN et al., 2007; MIYAZAKI et al., 2009; POTICNY, KLIM, 2010).

#### 4.2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA CEREC

A denominação CEREC vem de *ceramic reconstruction* (reconstrução cerâmica), embora a própria empresa fabricante utilize-a hoje em dia como acrônimo de *Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics* (restauração econômica de cerâmicas estéticas realizada em consultório), sendo hoje o modelo de CAD/CAM odontológico mais conhecido e estudado do mundo (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

O desenvolvimento deste sistema se deu a partir de meados de 1980, quando Werner Mormann, dentista suíço e professor do Centro de Odontologia da Universidade de Zurique, buscava alternativas que não fosse o amálgama para restaurações de dentes posteriores, onde as restaurações teriam a mesma cor do elemento dental. No entanto, essa vontade de se ter uma restauração imperceptível, na época, muito se confrontava com os compósitos diretos, onde a resistência à abrasão e a contração à polimerização eram insatisfatórias. Após certos estudos realizados, Dr. Mormann chegou a conclusão de que *inlays* feitos com materiais da cor do dente e unidos com cimentos resinosos eram a solução para o problema proposto. No entanto, a questão passou a ser: como

produzir de forma rápida e eficiente essas restaurações, e se possível no próprio consultório do dentista? Utilizando técnicas convencionais, Dr. Mormann rapidamente percebeu que não ia conseguir resolver o problema, partindo então para uma união de tecnologias que avançavam nas indústrias e no meio científico, ao mundo odontológico. Para isso, procurou seu amigo engenheiro elétrico, o italiano Marco Brandestini, que na época trabalhava em um scanner de ultra-som de fluxo sanguíneo, no Laboratório de Tecnologia Avançada em Bothell, Washington. O engenheiro italiano, após saber do projeto de Mormann se interessou e acreditou ser possível realizar uma impressão do meio bucal não por ultra-som, mas sim por impressão óptica das cavidades dentárias (MORMANN, 2006). A impressão óptica consistiu em colocar uma câmera intra-oral, devidamente posicionada na cavidade bucal, de acordo com o eixo de inserção do dente em questão, de modo a poder fazer a digitalização de toda a informação necessária do preparo em uma única leitura (PARSELL et al., 2000).

Porém, todo este processo só teria efeito prático se associado a um *software* que permitisse gerir toda a informação recolhida, assim, Mormann e Brandestini recorreram a Alain Ferru, um jovem engenheiro de *software* francês, que havia estudado em Zurique e que logo aceitou o desafio. Foi-lhe explicado todos os conceitos necessários sobre a cavidade oral, a anatomia dental e a oclusão, assim como o objetivo do projeto. Para tornar o processo simples e obter finalmente o sistema em funcionamento, Dr. Mormann instruiu o programa da maneira que projetava-se a superfície oclusal dos *inlays* de cerâmica na época, por meio dos pontos de contato antagonistas. Com o sistema pronto, a opção pelo material ficou entre as cerâmicas, que apresentavam boa estética e durabilidade. Os primeiros ensaios realizados sobre blocos de cerâmica feldspática mostraram-se satisfatórios, sendo que este material podia ser preparado em alguns minutos sem danificá-lo e sem obter perda de resistência do resto da estrutura. Assim, em 19 de setembro de 1985, foi realizada e cimentada, na Universidade de Odontologia de Zurique na Suíça, a primeira restauração totalmente cerâmica utilizando a inovadora tecnologia do sistema CEREC I (MORMANN, 2006).

Este sistema CEREC I, utilizava um disco de corte diamantado para desgastar a cerâmica e apresentava muitas limitações (CONCEIÇÃO, 2005). Apesar de apresentar a impressão digital do



preparo, evitando a necessidade de moldagens e assim eliminando risco de infecções cruzadas, alterações do molde e modelo de trabalho (FREEDMAN et al., 2007; CHRISTENSEN, 2009), o sistema ainda se caracterizava-se pela má adaptação das restaurações, pelas limitações do *software* e pela impossibilidade de confeccionar os contornos das superfícies oclusais, tendo que ser desgastados com broca para desenvolver os contatos e a anatomia do dente (CONCEIÇÃO, 2005). O seu sistema *software* era o CEREC *Operating System* (COS, versão 1.0 de 1985), substituído em 1991 pelo *software* COS 2.0 e COS 2.1. As três unidades do sistema, captador óptico, computador e fresadora estavam agrupados em uma única máquina (BUSO; KONNO; MARTINS, 2004).

A segunda geração do sistema, o CEREC II, foi introduzida no mercado europeu em outubro de 1994 pela Siemens e recebeu a aprovação da *Food and Drug Administration* (FDA) para ser comercializado nos EUA em 1996. Esta nova geração passou por modificações externas (*design*) e internas (*software*), permitindo ao clínico desenhar e fresar uma anatomia oclusal, extrapolando os dados fornecidos pelo remanescente dental e dentes adjacentes, formando uma superfície oclusal semelhante à pré-existente na dentição hígida ou desenhando e confeccionando uma superfície oclusal compatível com trajetória funcional do paciente (BUSO, KONNO, MARTINS, 2004). O CEREC II apresentou melhorias não só na câmera digital e no *software*, mas também na maquinaria de desgaste, que foi responsável por proporcionar a melhor adaptação das restaurações (50-100  $\mu\text{m}$ ) e a confecção da superfície oclusal (CONCEIÇÃO, 2005). Este sistema de desgaste da cerâmica foi alterado completamente, substituindo o disco de corte diamantado da primeira versão, por um sistema de duas brocas cilíndricas diamantadas, dando assim essa esperada possibilidade do desgaste das superfícies oclusais (TOUATI, MIARA, NATHANSON, 2000).

O CEREC III surgiu no ano 2000, apresentando melhorias a nível da adaptação das restaurações, melhor obtenção da anatomia oclusal e maior rapidez no desgaste do bloco de cerâmica (CONCEIÇÃO, 2005). Nesta terceira geração da tecnologia, onde a construção da restauração e o controle do *software* foram feitos pela plataforma do *Windows* (Microsoft) integrado a um computador, as mudanças computacionais foram adicionadas, fornecendo melhor desempenho operacional, com resultados rápidos e de fácil uso pelo operador, o que significou menor tempo para desenhar o contorno

da restauração, armazenagem de dados e construção da superfície oclusal. Um elemento chave nesta nova tecnologia foi a captura óptica por infravermelho da imagem, feita através de um *scanner* intraoral (IOS) topográfico, produzindo um sinal elétrico e gerando dados em três dimensões na tela do computador (BUSO, KONNO, MARTINS, 2004). Outra inovação foi a criação do CEREC inLab, um sistema de laboratório pelo qual o modelo de gesso do preparo dentário é submetido a uma digitalização à laser, onde é desenhada a infra-estrutura no computador (CAD) e, posteriormente, executada a maquinação do bloco de cerâmica. Depois de preparada e verificada a infra-estrutura, o laboratório então completa-a com cerâmica cosmética. (LIU, 2005)

As unidades de CEREC II e III, bem como CEREC inLab, o scanner extraoral (inEos) e os softwares associados a cada versão, foram desenvolvidos por equipes CEREC na Siemens e Sirona (Bensheim, Alemanha) (MORMANN, 2006). A empresa Sirona representa a maior fabricante mundial de tecnologia odontológica e comercializa seus produtos em mais de 135 países em todos os continentes, criada oficialmente quando desmembrada da Divisão de Tecnologia Médica da Siemens em 1997 (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]a).

Logo em 2003, foi lançada a primeira geração de *softwares* tridimensionais dos sistemas CEREC, tornando disponíveis o *display* virtual tridimensional do registro funcional dos dentes antagonistas e dos preparos dentários. O *software* tridimensional passou a ser muito mais ilustrativo do que os anteriores e fez a manipulação do sistema ser mais fácil e intuitiva (MORMANN, 2006). Liu (2005) relatou que com a versão de CEREC 3D, o operador consegue registrar várias imagens em poucos segundos, permitindo que os clínicos preparem vários dentes no mesmo quadrante e criem um modelo virtual para este quadrante completo. A restauração é então projetada e transmitida a uma unidade fresadora para a sua fabricação. Enquanto o sistema está ainda trabalhando na fresagem da primeira restauração, o *software* pode já digitalizá-la para fornecer o contato adjacente enquanto projeta a próxima restauração.

Buso et al (2004) também frisaram que apesar de utilizar o mesmo equipamento da geração CEREC III, o software CEREC 3D apresenta uma série de alterações e características que facilitam, ainda mais, a confecção da restauração. Isso porque a função 3D

permite ao operador rotacionar o preparo e a imagem do desenho da restauração em qualquer direção na tela de projeção, para poder visualizá-la de diferentes ângulos, podendo ver e reconhecer detalhes. Os dentes adjacentes também podem ser recortados e eliminados da tela para facilitar a visualização dos detalhes do ponto de contato e contorno proximal. Além disso, neste sistema as funções "justaposição" e "sobreposição" aparecem como ferramentas que auxiliam o registro da superfície intacta do dente preparado, onde a captura do antagonista ou do registro de mordida também podem ser usados, sobrepondo sua imagem sobre o desenho da restauração final. Este passo serve como parâmetro durante a escultura da superfície oclusal, pois a sobreposição das imagens mostrará o local em que há contatos excessivos, podendo ser aliviados durante o desenho da restauração. Por fim, o CEREC 3D não mais distingue a linha interna da cavidade, mas apenas a linha do preparo, a qual, em algumas situações, pode ser detectada automaticamente. Assim, o desenho do preparo se restringe apenas ao contorno de toda extensão da margem do preparo, procedimento que é rápido, fácil e preciso (BUSO et al., 2004).

Em 2005 e 2006, novas atualizações do *software* incluíram o ajuste automático da anatomia de uma coroa digital selecionada para, um preparo individual, para contatos proximais e para a oclusão (um recurso chamado de "ferramenta antagonista"). As funções automáticas de "seleção de coroa", "seleção de cúspide" e "fresagem virtual" proporcionaram ao dentista um método de controlar com previsibilidade a dimensão vertical de restaurações antes mesmo que a máquina fresadora seja ligada (MORMANN, 2006).

Basicamente, o sistema CEREC apresentava três plataformas, sendo duas voltadas para o cirurgião-dentista (CEREC 3 e CEREC Scan) e uma para o laboratório de prótese (CEREC inLab). O sistema CEREC completo consistia em uma unidade de impressão óptica e planejamento, e uma unidade de usinagem, onde a primeira conta com uma câmera intra-oral para o escaneamento óptico dos preparos e um computador com o programa CEREC 3D, capaz de interpretar os dados providos da câmera, montar o modelo virtual em três dimensões e planejar digitalmente as restaurações. O CEREC Scan é constituído apenas da unidade fresadora, que, acrescida de um *scanner* torna-se capaz de digitalizar o preparo indiretamente a partir de um modelo. Enquanto o CEREC inLab, mesmo semelhante,

é apenas destinado ao uso laboratorial, também realizando a leitura do preparo a partir de um modelo, mas tendo como principal indicação a confecção de subestruturas para coroas e pontes de maneira muito mais rápida do que a convencional (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

Em 2008, o sistema CEREC já possuía mais de 23 mil usuários (CHRISTENSEN, 2008) e sua tecnologia permaneceu em desenvolvimento. O ano de 2009 foi marcado por diversos lançamentos e inovações, principalmente do novo sistema CEREC em sua quarta geração (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), o CEREC AC, que permanece até hoje utilizado diariamente por inúmeros usuários em todo o mundo (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]b). Junto com o AC, diversas inovações se mostraram presentes. A câmera 3D CEREC Bluecam (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), que com o comprimento total de 206 milímetros (mm) e pesando apenas 270 gramas (g), mostrou uma rápida aquisição de imagens de superfícies, fácil operação e uma tecnologia Bluecam testada e comprovada por milhares de vezes na prática clínica com extraordinária precisão e eficácia, sendo especialmente adequada para restaurações de dentes individuais e de quadrante, mas ainda com possibilidade de uma maxila integral (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]b).

Seguindo o protocolo de impressão óptica, onde é requerido que um pó de dióxido de titânio seja aplicado sobre as superfícies preparadas, para que exista reflexão adequada e uniforme da luz, capaz de ser corretamente interpretada pela câmera (HILGERT et al., 2009), com a CEREC Bluecam pôde-se colocar a câmera para um escaneamento em apenas alguns segundos diretamente sobre a superfície dentária com cobertura de pó de titânio, detectando automaticamente o tempo de exposição ideal e assim automaticamente capturando a imagem (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]b). Além disso, com o concomitante lançamento de um complemento do sistema, o CEREC Connect (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), todos os dados da impressão com esta câmera puderam ser processados com auxílio do *software* inLab (Sirona Connect) ou *software* de terceiros, com exportação dos dados do inLab via interface Open inLab. O CEREC Connect permitiu a praticidade da transferência direta de dados gratuitamente. Assim pedidos puderam ser facilmente executados através da internet. Por exemplo, no caso de pontes múltiplas, pode-se enviar ao técnico de

prótese dentária de maneira direta e gratuita. Além disso, com a criação aplicativos para tablets e celulares o profissional pode se manter atualizado sobre qualquer dos seus trabalhos ao longo do seu dia (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2014).

Ainda em 2009, Hilgert et al destacaram o avanço das unidades de usinagem, existindo já no mercado a CEREC 3 Milling Unit, um modelo mais compacto e de custo menor, porém mais lento e ruidoso e a unidade CEREC MC XL, introduzida no mercado posteriormente, e com aprimoramento em termos de velocidade de usinagem, reduzido nível de ruído, maior precisão de desgaste e simplicidade de operação, porém, com custo mais elevado (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013a).

Em 2010, mais lançamentos. O inEos Blue (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), apareceu como um escâner com tecnologia Bluecam, que passou a permitir o escaneamento de modelos extraorais com alta precisão e controle completo (ângulos e direções de escaneamento definidos pelo usuário) (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013b). Superando o sistema de digitalização a laser anterior, que escaneava modelos fabricados com um gesso específico (HILGERT et al., 2009). Além disso, um tempo curto de escaneamento, a captura automática das imagens, a grande profundidade de campo e a alta fidelidade de imagem, foram características que o fizeram ditar padrões no mercado do escaneamento em laboratório. Tendo os resultados dos escaneamentos aparecendo imediatamente no monitor, seja como dispositivo autônomo, seja em combinação com um serviço externo ou como parte integrante de seu sistema interno CAD/CAM, o inEos Blue melhorou a flexibilidade e rentabilidade do sistema de maneira geral. Ainda deve-se frisar neste ano a introdução do inLab 3D *Stack software*, que permitiu a fabricação de até 25 *copings* em um único bloco de óxido de zircônio, desenhando pilares personalizados para todos os sistemas de implantes disponíveis (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013b).

No mesmo ano, a criação do software chamado CEREC Biogeneric (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), revolucionou o design da oclusão, que patenteado e com base científica, passou a gerar superfícies oclusais naturais com apenas alguns cliques. O sistema único analisa geneticamente as informações salvas na dentição do paciente e com modelagem específica para cada caso reconstrói-se *inlays*, *onlays*, facetas, coroas

parciais e totais, de forma anatômica e precisa (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013b). Ender et al. (2011) consideraram as principais vantagens apresentadas por esta importante ferramenta a praticidade, rapidez e naturalidade no resultado final da restauração. O CEREC Biogeneric ou método biogênico, foi desenvolvido pelos professores Albert Mehl e Volker Blanz, a partir da análise de 200 a 300 dentes íntegros, determinando referências ou características comuns a todos os dentes. Associado a isso a ferramenta analisa 20 desvios individuais do dente a ser restaurado e assim conclui a anatomia dental (DUNN, 2007).

Os anos de 2011 e 2012 trouxeram o software CEREC 4.0 (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), com a fresagem "*in house*" de modelos com a unidade fresadora inLab MC e o forno inFire HTC Superspeed. A operação flexível e de baixo custo permitiu fresagem e sinterização no laboratório, com um processo uniforme para diferentes tipos de materiais. O sistema inFire HTC Superspeed, fez possível a sinterização do material em apenas 10 minutos (min), tornando-se o forno de sinterização mais rápido do mundo, com grande produtividade graças a sua grande capacidade de processar cerâmica e metais não-preciosos em uma mesma câmara e ainda um temporizador para a função "sinterização durante a noite" (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])c). Também houve a introdução da câmera intra-oral CEREC OmniCam (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), uma das mais utilizadas mundialmente. Com a atração principal de ter seu funcionamento sem necessidade de pó sobre a superfície do preparo, fornece ainda captura de cor única, com detalhe e precisão 3D, que ajuda a diferenciar a margem do preparo e a gengiva. O escaneamento livre de pó economiza uma etapa de trabalho, reduzindo a curva de aprendizagem e aumentando o conforto do paciente. O *design* fino e o fácil manuseio facilitam o escaneamento, tendo um comprimento total de apenas 228mm e pesando 313g, a câmera tem sua melhor atuação sendo utilizada entre 0-15mm sobre a superfície do dente, podendo escanear com precisão um dente individual, um quadrante completo e até mesmo a maxila de maneira integral (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])b).

Outra grande inovação apresentada foi a possibilidade de interação e auxílio do CEREC junto à implantodontia. Com o software de implante GALILEOS (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), que combinou a proposta protética do software CEREC 3D

com os dados das imagens de raios-X 3D, através de um aparelho auxiliar, ORTHOPHOS XG 3, pôde-se utilizar o CEREC junto a uma unidade de raios-x 3D, para realizar o planejamento cirúrgico e protético de implantes ao mesmo tempo, de forma precisa utilizando um guia cirúrgico. Desta forma, beneficiando-se com um fluxograma simples e, por fim, com um número menor de sessões de tratamento. Essa combinação significou maior segurança para os procedimentos, onde a implantodontia integrada permitiu que se planeje implantes cirúrgicos e protéticos ao mesmo tempo, não só posicionando-os precisamente com o auxílio de guias cirúrgicas, mas também planejando e exportando a proposta de restauração individual e finalizando com informações sobre o tecido mole (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013a).

De 2013 para cá, os avanços permanecem constantes, sendo um deles a atualização do scanner multifuncional extra-oral inEos, na atual versão inEos X5 (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]), passando a ser, de acordo com a empresa fornecedora, o scanner mais veloz e preciso do mercado, captando uma arcada completa de forma automática em aproximadamente 10 segundos (s) e possuindo capacidade de imagens com precisão de 12 microns. Ele pode atuar de forma manual ou completamente automática com uma tecnologia de cinco eixos com braço robótico, onde uma definição exata da área de escaneamento permitem um posicionamento rápido e automático, reduzem o volume de dados e aceleram o cálculo posterior do modelo com uma precisão excelente. A nova tecnologia de escaneamento apresenta uma profundidade de campo excelente e juntamente com a função de autofoco, forma uma boa base para criações e fabricações, ainda possuindo a possibilidade de escaneamento múltiplo, permitindo o registro simultâneo de vários elementos preparados e a determinação de margens claramente definidas (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?][c]).

O modelo atual de *software* do sistema, o CEREC Software 4.2 também surgiu como destaque (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]). Com um upgrade de modo geral, surgiu com uma interface de usuário bastante intuitiva, com orientações em cada fase, com a opção de editar diretamente o dente virtual e a possibilidade de restaurações múltiplas, onde ao realizar uma reconstrução anterior completa, por exemplo, têm-se a opção de projetar facetas, coroas e pontes simultaneamente, sendo que as ferramentas de design

podem ser aplicadas a dentes contralaterais em dois quadrantes diferentes, produzindo resultados altamente estéticos. O *software* também permite que se gire o modelo 3D para uma melhor visualização além de permitir que a restauração seja visualizada no bloco antes da fresagem, para uma otimização do sombreamento do *design* da cor (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])b). Ainda se destaca positivamente por possuir interfaces abertas, onde há a capacidade de criação externa, podendo haver a transmissão dos registros de dados para um programa chamado "infiniDent", para laboratórios afiliados ou até mesmo sistemas CAD/CAM de outros fabricantes. Estas interfaces abertas aumentam a flexibilidade do laboratório e com o chamado "OPEN inEos" há a possibilidade de exportar os dados escaneados em arquivos no formato estereolitografia (STL), que é aberto para processamento em outros sistemas CAD/CAM (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013b).

Junto com o CEREC Software 4.2, ainda foi desenvolvido o *software* de criação CEREC Smile Design e a ferramenta de Articulador Virtual SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2013). O CEREC com a função Smile Design combina a modelagem com uma imagem em 3D do paciente, proporcionando uma impressão realista da restauração terminada durante a fase de modelagem. Também possibilita que fotos digitais em 2D do paciente sejam carregadas no *software* e então, virtualmente combinadas com os dados de criação em 3D, permitindo que o profissional e o paciente já visualizem o resultado final. Assim havendo uma simulação do efeito harmônico da proposta de restauração, uma comparação da linha do sorriso sem a presença real do paciente no laboratório e uma melhor base para a comunicação entre dentista e protético. O Articulador Virtual permite a exibição da trajetória completa de movimentos, onde os instrumentos permitem uma intervenção individual para retirar o contato prematuro na oclusão com um clique do mouse, sendo que além das superfícies de contato estáticas, a função articulatória também permite determinar as superfícies de contato dinâmicas e melhorar a oclusão funcional correta (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])b).

No sistema laboratorial também houve inovação, o *software* inLab 4.2 (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [2013?]) é o mais atual *software* para o CEREC inLab no mercado hoje em dia. Com ele, estruturas primárias complicadas como coroas, coroas telescópicas e barras de todas as formas podem ser desenvolvidos. Este *software*



laboratorial auxilia em todas as fases do trabalho: desde o escaneamento até a recepção de modelos digitais, passando pelo desenho até a fresagem de restaurações e modelos. Também é destacado pela sua rentabilidade, onde pode-se fresar várias restaurações em um só bloco, minimizando o custo de material e possibilitando a utilização total do bloco. Além disso, blocos já parcialmente utilizados podem ser reutilizados. Outras características do *software* são, a redução de erros por utilizar fresagem em vez de prensagem, as estruturas de facetas com graus de coloração, onde há gradiente de sombra típica (do transparente oclusal até o maior croma cervical) e opções de modelagem para estruturas de facetas separadas e coroas anatômicas (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]).

#### 4.3 MATERIAIS

São várias as companhias que trabalham com o sistema CAD/CAM, por exemplo, produzindo e distribuindo materiais restauradores voltados para o sistema CEREC. Neste meio, têm destaque as empresas *VITA*, *IVOCLAR VIVADENT*, *3M ESPE* e a própria *SIRONA* (HILGERT et al., 2009). Primeiramente, os materiais fabricados para uso nos sistemas CAD/CAM devem possibilitar uma rápida e resistente fresagem pela máquina, além da necessidade de serem facilmente finalizados (por exemplo, polido, caracterizado e glazeado) antes da instalação final (GIORDANO, 2006).

Os materiais restauradores para o sistema CEREC apresentam-se na forma de blocos pré-fabricados, o que na cerâmica, aumenta sua qualidade já que são confeccionados industrialmente, diminuindo alterações e inclusive falhas internas, resultando em restaurações indiretas com maior confiabilidade (GIORDANO, 2006). Da mesma forma, são os blocos pré-fabricados de resina composta, que também se beneficiam da qualidade de produção industrial, possibilitando aumento no grau de conversão monômero/polímero e maior homogeneidade do material (RUSIM, 2001). Em 2005, Hilgert, Calazans e Baratieri citaram três opções principais de material restaurador para uso em consultório: os blocos cerâmicos Vitablocs, da Vita Zahnfabrik, empresa alemã; os blocos cerâmicos ProCAD, da Ivoclar Vivadent, de Liechtenstein; e os blocos de resina composta Paradigm MZ100, da empresa 3M ESPE, dos Estados Unidos da América. Estes materiais apresentam

algumas características especiais e uma variada gama de cores, o que associado a uma correta seleção de cores possibilita um resultado estético adequado (MELO, KANO, ARAÚJO JUNIOR, 2005). De maneira mais recente Christensen e Child (2011) também ressaltaram que as restaurações cerâmicas, principalmente por ser da cor do elemento dental ganham cada vez mais espaço, citando como as mais populares a cerâmica IPS e.max CAD e os blocos VITA Mark II. Quando em sistemas CAD/CAM laboratoriais, pode-se utilizar ainda materiais cerâmicos de alta resistência estrutural, além de alguns sistemas também trabalharem com metais, tais como titânio e metais nobres (GIORDANO, 2006)

O bloco Vita Mark II (Vita Zahnfabrik) foi introduzido em 1991, como substituto do original Vita Mark I. Utiliza finos grãos, com média de tamanho de 4µm, de uma porcelana feldspática com estrutura homogênea, facilitando o polimento final. Está disponível na escala clássica da Vita e na escala Vitapan 3D Master. A linha estética apresenta-se (Esthetic Line) com 20% a mais de translucidez quando comparado com a escala clássica e, foi introduzido o bloco para dentes clareados, também com aumento de translucidez (BUSO et al., 2004). Além do material possuir excelentes qualidades estéticas (GIORDANO, 2006) ainda pode ser caracterizado extrinsecamente (Vita Shade Paste) ou com cerâmica de cobertura estratificada (Vitadur Alpha, Vita). São encontrados blocos de diferentes tamanhos e possuem o dobro de resistência em relação ao esmalte dental, entretanto, sofrem desgaste semelhante (BUSO et al., 2004), tendo uma força em cerca de 130 megapascals (MPa) quando polido, podendo ainda chegar a cerca de 160 MPa quando glazeados, valor este, muitas vezes maior que variados materiais prensados e cerca de duas vezes mais forte que porcelanas feldspáticas convencionais (SEGHI, SORENSEN, 1995; GIORDANO et al., 1996 apud GIORDANO, 2006). Assim podem ser empregados para *inlays*, *onlays*, coroas anteriores e posteriores e facetas laminadas. Esta escolha se mostrou uma das mais utilizadas clinicamente e estudos clínicos revelaram que a taxa de sobrevivência de aproximadamente 2.862 restaurações, num período de 4,2 anos, utilizando estes blocos é de 97,4% (BUSO et al., 2004).

Já os blocos Triluxe, também da empresa alemã Vita Zahnfabrik, são constituídos em três camadas de cerâmica e estão disponíveis no mercado desde 2003. São fabricados a partir dos

Vitablocs Mark II, com fina estrutura de cerâmica feldspática (BUSO et al., 2004). Este material torna possível copiar as características ópticas de um dente natural, incluindo translucidez e intensidade da cor, o que pode aumentar a integração da restauração no restante dentição natural (GIORDANO, 2006). A camada intermediária (corpo) corresponde ao grau normal de translucidez, a camada superior (esmalte) é a de menor intensidade de cor e mais transluscente; a camada inferior possui a maior saturação e a menor translucidez. Estão disponíveis em dois tamanhos, seguindo a escala Vita 3D Master. São indicados para a confecção *de inlays, onlays*, coroas totais anteriores e posteriores e facetas laminadas. (BUSO et al., 2004)

Além destes, existem também blocos pré-fabricados para confecção de subestruturas de pontes e coroas pelo sistema In-Ceram (Vita Zahnfabrik), que, após a fresagem, necessitam passar pelas etapas laboratoriais de infiltração vítrea e posterior aplicação de cerâmicas de recobrimento (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). O In-Ceram de modo geral consiste em um material cerâmico à base de óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) (ROCHA, ANDRADE, SEGALLA, 2004; HILGERT et al., 2010), oferecendo alguns benefícios em comparação com o habitual ítrio-estabilizado com óxido de zircônio ( $ZrO_2$ ) (VITA DENTAL TECHNICIANS, [?]). É considerado um dos sistemas totalmente cerâmicos de maior resistência à fratura, disponível em, por exemplo, Alumina, Spinell e Zircônia (ROCHA, ANDRADE, SEGALLA, 2004; HILGERT et al., 2010) sendo estas, cerâmicas compostas de alumina infiltrada por vidro de lantânio (HILGERT et al., 2010). O  $Al_2O_3$  tem uma maior translucidez (72% em comparação com 48% do  $ZrO_2$ ). Além disso, o índice de refração da luz de 1,8 em vez de 2,2 do óxido de zircônio chega mais próximo ao dente natural (VITA DENTAL TECHNICIANS, [?]).

O material Vita In-Ceram Spinell é o mais translúcido e com moderada resistência, sendo indicado para coroas anteriores. Seguido pelo Vita In-Ceram Alumina que tem alta resistência e translucidez moderada (GIORDANO, 2006), apresentando resistência flexural ao redor de 430MPa (APHOLT et al., 2001; YILMAZ, AYDIN, GUL, 2007) e sendo indicado para pontes anteriores e coroas tanto anteriores quanto posteriores (GIORDANO, 2006). Por fim, a Vita In-Ceram Zircônia tem alta resistência e menor translucidez (GIORDANO, 2006), é a cerâmica de óxido com o maior poder de mascaramento, que combina a

tenacidade do material ZrO<sub>2</sub> com a força de alta flexão do Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (VITA DENTAL TECHNICIANS, [?]), por isso pode ser recomendada para coroas e estruturas de pontes com três unidades, ambas anteriores ou posteriores (GIORDANO, 2006), tendo resistência flexural biaxial média, segundo alguns trabalhos da literatura, com aproximadamente 550MPa (APHOLT et al., 2001; ITINOCHE et al., 2006; YILMAZ, AYDIN, GUL, 2007).

Inicialmente, as restaurações VITA In-Ceram já podiam ser produzidas a partir do sistema CEREC 2 (Sirona Dental Systems GmbH), que foi introduzido em 1994. Já, a partir da versão CEREC 3 e inLab todo o tipo de indicação para o material VITA In-Ceram foi coberta e é possivelmente realizada em todas as variações de materiais, incluindo os mais recentes óxido de zircônio VITA In-Ceram YZ de alta resistência e o alumínio VITA óxido In-Ceram AL. Basicamente as restaurações são projetadas no computador (CAD) e, em seguida, os blocos VITA In-Ceram são fresados de forma totalmente automática (CAM) (PROBSTER, GROTEN, 2006)

Hilgert et al. (2010), relataram que o uso destes materiais no segmento anterior é limitado devido a sua grande opacidade, que dificulta a obtenção de resultados estéticos de excelência. Já a VITA In-Ceram YZ (Y-TZP) é considerada pela empresa fabricante como o "diamante" entre as cerâmicas odontológicas. Os blocos pré-sinterizados industrialmente consistem em óxido de zircônio e ítrio-estabilizado. Isso resulta em uma alta resistência (claramente acima de 900 MPa), bem como uma tenacidade de dilaceração maior do que a média. Os blocos, disponíveis para processamento no sistema CEREC inLab, são trabalhados com tecnologia CAD/CAM (onde o tamanho é ampliado automaticamente em aproximadamente 25%)., subsequentemente, eles passam por uma sinterização em um forno de alta temperatura. O resultado são restaurações altamente estáveis e ajustados que oferecem todas as vantagens físicas do óxido de zircônio. Este tipo de material pode então ser indicado para quadros de coroas altamente estáveis e complexas, pontes e estruturas anteriores e posteriores (VITA DENTAL TECHNICIANS, [?])

Os blocos ProCAD da empresa Ivoclar Vivadent foram introduzidos em 1998 para o sistema CEREC, e são constituídos por uma cerâmica feldspática reforçada por leucita, com partículas cerâmicas entre 0,5 micrômetros e 5 micrômetros, aumentando a

resistência à fratura (BUSO et al., 2004) e uma fina estrutura cristalina de leucita, com cerca de 5 à 10 micrômetros de tamanho (GIORDANO, 2006). No ano de 2001, foram introduzidos blocos estéticos com maior grau de translucidez para dentes clareados. Os blocos ProCAD possuem blocos com as mesmas dimensões do Vita Mark II e apresenta kit de pintura e caracterizações extrínsecas seguindo as cores da escala Chromascope. Podem ser utilizados na confecção de inlays, onlays, coroas anteriores e posteriores e facetas laminadas (BUSO et al., 2004).

Na atualidade, a empresa Ivoclar Vivadent utiliza materiais como a vitrocerâmica de leucita, com o IPS Empress CAD, combinando a tecnologia CAD/CAM com materiais de cerâmica pura, perfeitamente utilizado para fabricação de restaurações unitárias altamente estéticas monocromáticas (IVOCLAR VIVADENT, 2015a). Estes tipos de restaurações são diferenciadas por sua translucidez natural, alta estética, uma resistência à flexão de 160 MPa, com homogeneidade e comportamento de dispersão de luz, proporcionando um equilibrado efeito camaleão. Em forma de blocos, os IPS Empress CAD são disponíveis em dois níveis de translucidez (HT e LT), em grupos de cores Chromascope, e em 4 cores de escala Bleach. Os Multi blocos especificamente são inovadores e policromáticos e resultam em restaurações que se distinguem por terem tonalidades totalmente naturais e transição de fluorescência de dentina para incisal, mesmo sem caracterização, proporcionando estética máxima e fiel à aparência natural (IVOCLAR VIVADENT, 2015a).

Muito utilizado o IPS e.max, também da Ivoclar Vivadent, é um sistema de cerâmica pura que cobre todo o espectro de indicações, desde folheados finos até pontes com 10 unidades (IVOCLAR VIVADENT, 2015b). Os blocos inicialmente disponíveis da cerâmica e.max CAD apresentavam baixa translucidez, o que comprometia o resultado estético das restaurações. Um novo bloco de cerâmica vítrea à base de cristais de dissilicato de lítio (LS2) com alta translucidez (e.max CAD HT), disponível a partir de 2009, pôde expandir seu uso para casos de maior expectativa estética (HILGERT et al., 2010).

Atualmente, o IPS e.max CAD em si é um bloco de cerâmica de LS2 semelhante ao IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent) em relação a resistência (torno de 320 MPa) e microestrutura (GIORDANO, 2006). O material, com propriedades estéticas consideradas

excepcionais, foi criado para fabricar restaurações não só estéticas como resistentes para dentes únicos, na região anterior e posterior (IVOCLAR VIVADENT, 2015b), como *inlays*, *onlays* e coroas unitárias, podendo estender seu uso em pontes de até três unidades em regiões até o primeiro pré-molar (GIORDANO, 2006), utilizando a eficiente tecnologia CAD/CAM (GIORDANO, 2006). A cerâmica é fresada ainda em um estado intermediário, parcialmente cristalizado, no qual exhibe uma coloração azulada incomum e facilita o processo (GIORDANO, 2006). Neste estado, é possível ajustar o material manualmente ou fazer o “cut back” de maneira rápida e fácil, o que permite checar o encaixe (IVOCLAR VIVADENT, 2015b). A seguir, o material é completamente cristalizado em um forno a aproximadamente 850°C/1.562°F (20-30 minutos). Neste processo, o IPS e.max CAD adquire a resistência final de torno de 320 MPa e as propriedades estéticas desejadas para o dente, como tom, translucência e refletividade (GIORDANO, 2006).

Os blocos IPS e.max CAD estão disponíveis em três níveis de translucência e em dois tamanhos. Os blocos de baixa translucência (LT) e alta translucência (HT) para restaurações com contorno completo (*full contour*) estão disponíveis em 16 tons A-D e quatro tons Bleach BL. Os blocos de média opacidade (MO) usados na técnica de assentamento são fornecidos em grupos. Os blocos usados para criar restaurações com contorno completo minimamente invasivas, como incrustações, *onlays* e folheados são em seguida individualizados com materiais de coloração. Os LT Blocks, são mais indicados para fabricar coroas parciais e completas. A técnica *cut back* e o assentamento subsequente com IPS e.max Ceram produz resultados estéticos aprimorados principalmente em restaurações anteriores. Por fim os MO Blocks, são usados para produzir estruturas colocadas em dentes artificiais vitais e levemente descoloridos, onde as estruturas são também folheadas utilizando-se o IPS e.max Ceram (IVOCLAR VIVADENT, 2015c).

No entanto, a cerâmica de óxido de zircônio IPS e.max ZirCAD é o material ideal para restaurações maiores – como em pontes posteriores expostas a altas forças mastigatórias, por exemplo. A utilização de uma cerâmica de folheamento padronizada ajuda na combinação (dissilicato de lítio e cerâmica de óxido) (IVOCLAR VIVADENT, 2015b).

Ainda da Ivoclar Vivadent, têm-se o chamado Telio CAD que consiste em blocos de polímero de acrilato (PMMA), utilizado para a fabricação de restaurações provisórias de longo prazo utilizando tecnologia CAD/CAM, tanto *chairside* quanto laboratorial. As restaurações feitas desta maneira podem tanto ser apenas polidas de forma rápida e eficiente, ou também caracterizadas de acordo com a necessidade e gosto, como por exemplo em áreas de incisivos, podendo ser personalizadas com materiais de estratificação para alcançar resultados altamente estéticos. Este tipo de material tem como vantagens um longo prazo de utilização, com média de 12 meses, estabilidade de cor durável e fluorescência natural, 6 tons (BL3, A1, A2, A3, A3.5 e B1), disponibilidade de 2 tamanhos de ponte (B40L, B55) e alta homogeneidade do material devido ao processo de fabricação industrial. Com isso, o uso é propício e indicado para coroas anteriores e posteriores provisórias, pontes provisórias com até 2 pânticos, restaurações provisórias sobre implantes e restaurações terapêuticas para corrigir problemas de ATM e ajustes oclusais (IVOCLAR VIVADENT, 2015d)

Lançado no mercado no ano de 2000 pela empresa 3M ESPE, o Paradigm MZ100 é um polímero baseado na composição química da resina composta Z100, usando um processo de fabricação que aumenta o grau de cadeias cruzadas, ou seja, aumenta o grau de conversão do monômero em polímero. Possui 85% em peso de partículas de zircônica-sílica com tamanho médio de 0,6 $\mu$ m. Disponível nas mesmas cores dos blocos Vita Mark II na escala clássica, além da cor esmalte translúcido. Apresenta apenas dois tamanhos de blocos: 1-10 e 1-14. As caracterizações internas e externas podem ser realizadas com modificadores de cor e tintas de resina (kit Sin fony Magic, 3M ESPE), sem a necessidade de fornos cerâmicos (BUSO et al., 2004). Giordano (2006) também definiu o material Paradigm MZ100 como um compósito à base de resina com compostos de zircônia-sílica, tendo forma de bloco e propriedades mecânicas superiores às resinas Z100 convencionais, bem como outros compostos à base de resina direta. Todos os blocos tem uma microestrutura de finas partículas que ajudam a resistir a danos de usinagem, melhoram as propriedades mecânicas, diminuem o tempo de polimento e melhoram a facilidade de desgaste da restauração final (GIORDANO, 2006). Sendo assim, as vantagens do material Paradigm MZ100 são a facilidade de ajustes, acabamento, polimento e reparos em boca. O sucesso é relatado na literatura com

índice de 90% após dois anos de acompanhamento clínico, mas está disponível apenas no mercado norte americano. (BUSO et al., 2004)

Mais recente e também da empresa 3M ESPE, o material Lava Ultimate é um produto especialmente desenvolvido para CAD/CAM, que utiliza a tecnologia Nano Cerâmica da 3M, sendo um material único em durabilidade e função. Não é uma resina composta para restauração indireta e também não é uma cerâmica pura, é sim uma mistura dos dois e consiste principalmente de cerâmica, mas de forma similar à resina composta, não é friável e é resistente à fratura. Já, como uma cerâmica vítrea, possui uma excelente retenção do polimento, possibilitando uma estética duradoura. As partículas nanométricas são monodispersas, não agregadas e não aglomeradas, contendo dois tipos: as nanopartículas de sílica com 20 nanômetros (nm) de diâmetro e as nanopartículas de zircônia com diâmetro entre 4 e 11 nm. As nanopartículas são tratadas com um agente silano usando um método patenteado, onde o silano se une quimicamente à superfície Nano Cerâmica e à matriz resinosa durante a confecção dos blocos. Os nanoaglomerados de partículas consistem em agregados de nanopartículas, que apesar de estruturalmente diferentes de partículas densas, possuem integridade estrutural que permite que uma alta proporção de partículas de cerâmica seja incorporada aos blocos, o que proporciona a excelente resistência à fratura e ao desgaste. A porção resinosa possui uma composição química diferente de qualquer resina composta foto ou quimicamente ativada, sendo o material processado por diversas horas em um tratamento térmico especial. Esse novo material é polimerizado a altas temperaturas, através de um processo controlado patenteado, que elimina a necessidade da sinterização após a fresagem. É facilmente fresado em consultório ou em laboratório, tendo rápido polimento e se necessário, ainda é possível fazer ajustes utilizando resinas compostas fotoativadas. O Lava Ultimate está disponível em blocos para o Sistema Lava e para o sistema CEREC com alta tenacidade à fratura, resistência à flexão e resiliência, garantindo que as restaurações fresadas tenham uma excelente durabilidade. Os benefícios do Lava Ultimate para dentistas e pacientes incluem: um procedimento mais rápido, pois não é necessário sinterizar; uma fresagem, polimento e ajustes mais facilmente realizados; uma combinação singular de propriedades mecânicas, oferecendo durabilidade e absorção de tensões mastigatórias. É indicado para restaurações definitivas unitárias



incluindo coroas unitárias, *inlays*, *onlays*, coroas sobre implantes e facetas. Após um estudo de desgaste por abrasão de dois corpos, avaliado no Minnesota Dental Research Center for Biomechanics and Biomaterials, o desgaste do esmalte pelo Lava Ultimate se mostrou inferior de uma maneira estatisticamente significativa comparado ao IPS Empress CAD e IPS e.max CAD, ou seja desgasta menos o esmalte do dente antagonista, sem apresentar diferença estatística entre estes mesmos materiais no grau de desgaste da peça (3M ESPE, 2011).

A própria Sirona também possui sua linha de materiais e blocos pré-fabricados, os denominados CEREC Blocs e os CEREC Blocs PC, que consistem em cerâmica feldspática finamente estruturada, biocompatíveis e com a aparência do esmalte natural do dente em relação à tonalidade e a resistência ao atrito. Graças às estruturas extremamente finas e a um processo de fabricação, as restaurações executadas com estes materiais podem ser colocadas imediatamente após a fresagem e o polimento. O CEREC Bloc possui propriedades semelhantes às do esmalte, o que garante ótima combinação de tonalidades com a dentição remanescente e leva a alcançar uma durabilidade de 90% após 10 anos, tendo sua indicação para *inlays*, *onlays*, revestimentos de cerâmica, coroas anatômicas e estando disponíveis nos tamanhos padrão 8, 10, 12 e 14, em três saturações: translúcida, média e opaca. Além disso, ainda possui outras características importantes como translucidez pronunciada e efeito de camaleão, ótimas características de polimento e amplo leque de tonalidades, podendo ainda ter seus resultados estéticos melhorados com várias opções para caracterização das restaurações. Já, os CEREC Blocs PC, se diferenciam e possuem esse nome por consistirem em três camadas com saturações de cor diferentes (Polychromatic ), que permite a adaptação ideal da restauração em termos de translucidez e intensidade, estando disponíveis nos tamanhos 12, 14 e 14/14 e nas tonalidades S2-PC, S3-PC e S4-PC. São indicados para coroas anteriores e posteriores por terem uma disposição das camadas de modo natural, com a camada superior translúcida, a camada intermediária de dentina com tonalidade normal e camada inferior fortemente pigmentada (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]d).

Específicos para o sistema inLab, a Sirona também fornece um extenso leque de materiais para coroas e pontes de cerâmica de óxido de zircônio, pilares de implantes personalizados e moldes

fresados a partir de blocos de polímero, o chamado inCoris. Dividido entre cada material e indicação com os nomes inCoris ZI, inCoris TZI e inCoris ZI meso. A versão ZI é uma cerâmica de óxido de zircônio parcialmente sinterizada, destinando-se à fabricação de coberturas de coroas e estruturas de pontes anteriores/posteriores com até dois pânticos, onde as estruturas são inicialmente fresadas com tamanho excessivo e após ter sido sinterizadas, adquirem as características desejadas (dimensões exatas, densidade, resistência, tonalidade). Os grandes benefícios do inCoris ZI são a consituição de material cerâmico de alto desempenho para molduras finamente modeladas de longa durabilidade, a alta translucidez cumpre as rígidas exigências estéticas, a possibilidade de ser polido e esmerilhado, a resistência extraordinária a fraturas e longevidade, a excelente biocompatibilidade, a disponibilidade em diversos tamanhos, em cinco tonalidades diferentes em cada caso, e por fim a possibilidade de sinterização super rápida com total qualidade. O inCoris TZi é um cerâmica de óxido de zircônio sinterizada altamente translúcida para restaurações sem revestimento de cerâmica que permite aos usuários do inLab fabricar coroas e pontes anatômicas com até nove unidades. Graças a seu alto grau de translucidez, não exige revestimento de cerâmica e oferece, assim, uma alternativa acessível e mais estética a restaurações sem revestimento de cerâmica e restaurações de metal com revestimento de cerâmica parcial. Seus benefícios são a disponibilidade de tamanhos de bloco; a resolução de situações críticas, onde há casos de espaço limitado entre a restauração e o antagonista; a alta resistência do material, onde o risco de lasqueamento pode ser descartado; e a possibilidade de restaurações completas num único dia em combinação com o forno inFire HTC speed. Já o inCoris ZI meso é uma cerâmica de óxido de zircônio sinterizada para pilares, que beneficia uma demanda crescente de implantes esteticamente agradáveis, com pilares de zircônio CAD/CAM testados permitindo implantes de cerâmica na cor natural do dente. Este material atua em combinação com o conjunto Sirona TiBase adequado para o respectivo sistema de implante, consistindo de base de titânio, parafuso do pilar e corpo de escaneamento (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])d).

Com toda a ampla disponibilidade de materiais, é possível escolher não só entre marcas comerciais, mas também entre diferentes filosofias restauradoras, uma vez que existem

divergências sobre qual material restaurador é mais apropriado, cerâmicas ou resinas compostas, principalmente no que tange à restauração de dentes posteriores. (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). A usinagem dos materiais pode ser realizada em blocos pré-sinterizados ou totalmente sinterizados, por exemplo, sendo as peças resultantes de blocos pré-sinterizados usinadas em tamanho 20 a 30% maior que o ideal, já prevendo a contração de sinterização a que serão submetidas. As peças resultantes de blocos totalmente sinterizados são usinadas no tamanho real, porém sofrem o estresse do processo de usinagem (VOLPATO et al., 2012)

Embora todos os materiais apresentem várias opções de cores, algumas vezes, casos onde a exigência estética é maior, pode-se substituir os blocos monocromáticos lançando mão de blocos que possuem variação de cromacidade em um mesmo bloco. Esses materiais simulam a diferença de croma presente nos dentes naturais, onde no terço cervical a saturação é maior possuindo menor translucidez, passando pelo terço médio que possui saturação e translucidez intermediárias, chegando a incisal ou oclusal, onde a saturação é menos intensa e a translucidez é maior (GIORDANO, 2006; CONRAD et al., 2007; POTICNY, KLIM, 2010).

Apesar das peças protéticas usinadas, em dentes posteriores, terem integração estética aceitável para grande parcela dos pacientes (HILGERT et al., 2009), quando a exigência estética do caso ainda requer maior individualização da restauração por ter um alto padrão estético desejado, pode ser realizada a caracterização extrínseca da peça com pigmentos através da técnica de maquiagem (REICH, HORNBERGER, 2002; CHRISTENSEN, 2006; GIORDANO, 2006), todavia, essa etapa aumenta a espera clínica e o custo (CHRISTENSEN, 2006; GIORDANO, 2006), já que para os materiais cerâmicos, esse passo significa necessidade de um forno de porcelana para queima dos corantes e um protocolo de aproximadamente 20 min (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005; IVOCLAR VIVADENT, 2006). Entretanto, Chen et al. (1999), ressaltaram que mesmo o glazeamento das restaurações cerâmicas exigindo maior tempo e aparelhagem, o procedimento promove um aumento da resistência à fratura destas restaurações. Já, no caso das resinas compostas, existem corantes fotopolimerizáveis, que facilmente podem ser usados na caracterização das restaurações (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

Os materiais cerâmicos existentes são compostos de partículas finas e permitem, dessa forma, que o polimento final das restaurações seja realizado apenas com uso de pontas, discos e pastas específicas para tal fim (POTICNY, 2004), as peças protéticas usinadas particularmente apresentam boa capacidade de ser polidas (HILGERT et al., 2009), assim como acontece nas restaurações com material resinoso (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005), sendo este procedimento bastante prático, principalmente quando se pretende completar o tratamento em apenas uma sessão clínica (CHEN et al., 1999).

#### 4.4 TÉCNICAS

O sistema CEREC é um sistema CAD/CAM que tem como real objetivo a possibilidade de restaurações individuais de cerâmica em apenas uma consulta (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]b). O sistema pode ser utilizado tanto em consultórios odontológicos quanto em laboratórios de prótese dentária. Sendo idealizado para uso de consultório, hoje pode atuar na confecção de inlays, onlays, facetas, coroas parciais e totais, tanto anteriores quanto posteriores (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

A unidade é composta por três principais componentes: ferramenta de digitalização (scanner), software para planejamento virtual e unidade de produção (fresadora). Entre os scanners ópticos, mais comumente utilizados devido aos menores custos e menores tempos de processamento encontramos os intraorais, que realizam um escaneamento direto no dente preparado, além dos extraorais, que por si realizam o escaneamento do modelo obtido por técnicas convencionais, nos quais podem ser capazes de originar diferentes opções protéticas ainda em laboratório (BEUER, SCHWEIGER, EDELHOFF, 2008; PERSSON et al., 2009; KURBAD, 2011).

No sistema laboratorial a atuação se torna ainda mais ampla, sendo as principais diferenças em relação ao sistema exclusivo para consultório além do método de digitalização, também o software e as possibilidades de utilização (HILGERT et al., 2009) podendo até ser utilizado para confecção de subestruturas para coroas e pontes (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

De maneira muito atual, através de toda a revolução em curso na odontologia, a partir destes modelos virtuais obtidos tanto

diretamente em boca quanto de maneira indireta sobre modelos de gesso, pode-se ainda utilizar o sistema para auxílio em outras áreas. É possível realizar a integração de arquivos com dados cibernéticos de modelo virtual, com arquivos de dados de volumes tomográficos gerando uma interposição destes e assim, pode-se finalmente planejar e simular uma cirurgia virtual de colocação de implantes ou mesmo uma cirurgia ortognática com grande auxílio da tecnologia CAD/CAM (KAYATT, 2014).

Para as cirurgias, no tratamento das deformidades dentofaciais, a reconstrução de imagens em 3D geradas a partir de tomografias computadorizadas (TC) tornam possível um planejamento virtual (PCV), permitindo a resolução desses obstáculos através da realização de cirurgias virtuais e da fabricação/usinagem de guias cirúrgicos através da tecnologia dos softwares CAD/CAM (GATENO et al., 2003; MOREIRA, LEAL, 2013). Um estudo de Bell em 2011, afirma que este tipo de cirurgia ligada à essa tecnologia, não só é indicada para cirurgias ortognáticas combinadas, mas também é promissora para a melhora dos resultados que envolvam complexas assimetrias faciais. Gateno et al. (2003) asseguram que, no futuro, o diagnóstico, planejamento cirúrgico e a confecção de guias cirúrgicos poderão ser inteiramente realizados através do computador. Caldrony et al. (2012) afirmam que o uso do planejamento 3D e da cirurgia virtual representa uma grande mudança de paradigma e a tecnologia pode ser aplicada em todo o escopo da cirurgia oral e maxilofacial. Por fim, simulação cirúrgica virtual tem grande potencial para substituir o método tradicional da cirurgia de modelo de gesso, sendo apenas questão de tempo para que a obtenção completa de todos os passos envolvam a Cirurgia Ortognática digitalmente. (MOREIRA, LEAL, 2013).

Na área de atuação dos implantes, o planejamento com base protética é necessário para que os implantes sejam definidos de modo correto e conveniente durante a cirurgia (BINDL; RITTER; MEHL, 2010). Neste sentido que o sistema CEREC aparece como auxílio, onde os dados obtidos pelo software geram guias cirúrgicos que ajudam o cirurgião-dentista durante o ato cirúrgico, além de tornar possível ter em mãos a prótese dentária que será colocada sobre o implante antes mesmo da realização da cirurgia, e o que é melhor, dentro da própria clínica (KAYATT, 2014).

O sistema permite a aquisição precisa da situação do implante (inclusive informações adicionais sobre a gengiva), um

alinhamento ideal da restauração em relação ao eixo do implante, com um sistema de alerta com código de cores no caso de não serem cumpridas as exigências mínimas e uma modelagem de pilares pelo método direto ou método top-down (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])c). Os pilares feitos com auxílio da tecnologia CAD/CAM apresentam as vantagens de serem específicos para cada paciente e proporcionarem um melhor ajuste comparados aos pilares convencionais, além de serem muito mais resistentes à medida que são empregados materiais, tais como o titânio ou cerâmicas de alto desempenho, como alumina e zircônia, materiais esses que ainda potencializam o resultado estético (FUSTER-TORRES et al., 2009; HILGERT et al., 2009).

Estudos vem demonstrando resultados positivos em relação ao auxílio da tecnologia CAD/CAM na área da implantodontia, desde a técnica de planejamento de implantodontia através da integração do CAD/CAM e dados de Tomografia Computadorizada tipo Cone Beam (TCFC) 3D (BINDL; RITTER; MEHL, 2010; PATEL, 2010), até cirurgias guiadas e a criação de restaurações finais através do sistema (PATEL, 2010; BOUDET, 2012). Assim, o lançamento do software de integração do CAD/CAM, através do sistema CEREC chairside com impressão digital Bluecam (Sirona Dental Systems) e de imagem CBCT com Galileos (Sirona Dental Systems) se tornou possível um planejamento para colocação de implantes, permitindo os dentistas planejarem o local cirúrgico ideal e a espessura adequada das modalidades de restauração antes mesmo da cirurgia, tendo uma execução da implantodontia com maior precisão e proporcionando resultados restauradores previsíveis (PATEL, 2010).

#### 4.5 METODOLOGIA DO FUNCIONAMENTO

Sendo o CEREC, essencialmente, um exclusivo sistema CAD/CAM para restaurações (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?])b), o preparo dental para qualquer material deve ser realizado obedecendo aos princípios que regem os procedimentos indiretos. Todas as normas quanto à preservação de estrutura dental sadia, via de inserção da restauração, e ao respeito à espessura mínima de material restaurador que se aplicam ao preparo para peças protéticas tradicionais devem ser observadas. Uma clara e bem acabada definição das margens do preparo é essencial para boa

visualização, no sistema CAD/CAM, que ora não é realizada pelos olhos do técnico em prótese dental, mas sim pelo sistema de digitalização do preparo (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

O sistema CEREC pode proporcionar a leitura do preparo através da incorporação de uma câmera intra-oral, que digitaliza o preparo diretamente da boca do paciente, eliminando a necessidade de moldagem (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). Com isso a impressão digital intraoral é uma boa alternativa comparada à impressão convencional quando a linha do preparo é visível e é possível mantê-lo seco (BOEDDINGHAUS et al., 2015).

As imagens obtidas pela impressão óptica são armazenadas e interpretadas por um software, cuja versão 3D cria um modelo tridimensional virtual sobre o qual será preparada a restauração. Na tela do computador, são, então, realizadas as etapas de desenho da restauração. O modelo virtual pode ser facilmente "troquelado", para visualização mais apurada das margens do preparo, que são em seguida definidas automaticamente pelo software, com supervisão do operador. Uma restauração será então projetada, de acordo com as dimensões do preparo e a localização das margens. O programa sugere as restaurações por meio de duas técnicas de desenho a partir de um banco de dados de anatomias dentais ou via técnica de correlação. A técnica de correlação leva em conta imagens obtidas, antes do preparo, pela impressão óptica da superfície oclusal dos dentes ou pela impressão óptica de um enceramento, por exemplo. A restauração sugerida fica, então, com as características anatômicas semelhantes às das margens obtidas. Outra característica interessante é a possibilidade de, durante o desenho, levar-se em conta os dentes antagonistas à restauração. Eles podem ser digitalizados pela simples impressão óptica de um registro de mordida. Isso permite bom ajuste dos contatos oclusais (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

Além disso, têm-se a possibilidade de digitalização pelo sistema CEREC inLab, que pode realizar a leitura do preparo indiretamente, a partir de um modelo de gesso obtido de um molde realizado com material de moldagem de alta precisão (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005) através de um sistema de digitalização a laser, ou da forma mais recente e eficiente, através da digitalizadora inEOS, capaz de realizar a tomada de imagens de maneira rápida e precisa (HIGERT et al., 2009). Em analogia aos procedimentos convencionais de impressão, a leitura realizada pelo

sistema é chamada de impressão digital (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

Sendo no modelo chairside ou inLab e para qualquer tipo de restauração, quando esta for proposta pelo software e estiver em posição no modelo virtual, é possível alterar seus contornos e até mesmo ajustar e verificar a intensidade dos contatos proximais, por meio de um código de cores que indica sua justeza. Deseja-se que os pontos de contato fiquem de 0  $\mu$ m a 50  $\mu$ m de penetração no espaço do dente adjacente. O ajuste dos contatos oclusais, caso tenha sido obtida uma imagem do registro de mordida, também pode ser realizado por meio do mesmo código de cores (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005), possibilitando casos como do trabalho de Tamim et al. (2014), onde as peças produzidas não necessitaram de nenhum tipo de ajuste para qualquer ponto de contato interproximal, sendo apenas necessários ajustes de contatos oclusais em 20% dos casos.

A todo o momento, durante a fase de desenho, fica ao arbítrio do operador acrescentar ou remover quantidades de material restaurador, alterando a forma e os demais detalhes da restauração. Com o planejamento finalizado, é permitido verificar a adaptação interna da peça protética ao preparo, por meio de cortes transversais, bem como ver uma simulação de como ela se apresentará após o desgaste do bloco de material restaurador (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005).

O dispositivo inLab, além de possibilitar a produção de restaurações anatômicas, ainda permite ao laboratório criar infra-estruturas metálicas ou até mesmo totalmente cerâmicas, para coroas unitárias, pontes, pilares para implantes, dentre outros em um grande leque de situações clínicas. O laborioso trabalho para definição de eixo de inserção e enceramento da infra-estrutura de próteses removíveis, por exemplo, é muito facilitado pela técnica computadorizada, através do sistema inLab. O planejamento é rápido e conta com diversos formatos de grampios, selas e outras estruturas em bancos de dados do software, que requerem apenas o ajuste de suas dimensões (HILGERT et al., 2009). Com isso, embora anteriormente a odontologia restauradora digital se limitava ao conceito de tratamento chairside em apenas uma visita, hoje ela amadureceu e agora pode ser aplicada a quase qualquer destas situações restauradora, incluindo reabilitações de arcadas completas (TOUCHSTONE, NIETING, ULMER, 2010). O software e as



unidades de usinagem são capazes de processar diversos materiais, como cerâmicas feldspáticas, vítreas à base de LS2 pré-cristalização final, alumina pré-infiltração de vidro, alumina pré-sinterização final, dióxido de zircônio pré-sinterização final, resinas compostas para restaurações provisórias e permanentes e resinas para confecção de padrões que possibilitam restaurações cerâmicas injetadas ou metálicas fundidas (HILGERT et al., 2009). Os benefícios são muitos, como economia de tempo e material com a opção de modo multicamada (multilayer), onde torna-se possível modelar coroas e pontes anatômicas numa única operação, além de menor porcentagem de erros ao fresar, ao invés de sobrepreparar e executar camadas, a opção de modelagem biogénica exclusiva da estrutura da cerâmica, vantagens estéticas em comparação com a sobrepreparação, onde o material de cerâmica (ex. Sirona ou VITA ) cria uma transição de nuances de oclusal (transparente) a cervical (mais cor) e por fim, uma maior conveniência graças à aderência à estrutura do revestimento de cerâmica (Sirona e VITA) ou ao vidro de fusão (Ivoclar) (SIRONA THE DENTAL COMPANY, [?]).

A etapa final de produção do sistema é a fresagem da restauração. Neste momento a peça é desgastada por duas pontas diamantadas, uma cilíndrica e outra cônica, que trabalham de forma totalmente automatizada um bloco pré-fabricado de material restaurador (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). O tempo do processo depende do tamanho da peça e do material escolhido, durando cerca de 10 a 30 minutos (VOLPATO et al., 2012).



## 5 DISCUSSÃO

Para as restaurações em geral, antes de tudo e para qualquer que seja o tipo, as normas da odontologia restauradora dizem que depois de realizado o diagnóstico correto, caso a restauração indireta realmente fizer parte do plano de tratamento, o primeiro passo sempre será o preparo do elemento dental a ser restaurado. O sistema CEREC basicamente não traz inovações nessa etapa (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). Atualmente, devido a grande demanda por restaurações esteticamente favoráveis, as restaurações indiretas totalmente cerâmicas tem sido amplamente utilizadas nos sistemas CAD/CAM, com destaque para as cerâmicas a base de óxido de zircônia por suas excelentes propriedades físicas, tendo além de boa estética, alta resistência, baixa condutibilidade térmica e biocompatibilidade (BOENING et al., 2000; CONRAD, SEONG, PESUN, 2007; ATT et al., 2009; KOKUBO et al., 2011). Todavia a resistência da cerâmica, além da sua composição, está diretamente ligada à configuração do preparo, com um assentamento ideal e uniforme da peça protética na região cervical e incisal (ROSA, 1997).

Sendo o sistema CEREC composto por três principais componentes (scanner, software e fresadora) (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005), o *scanner* se mostra um dos principais responsáveis pela precisão das peças confeccionadas (BEUER, SCHWEIGER, EDELHOFF, 2008).

Para avaliar a qualidade e precisão da impressão digital, Lee et al. (2014), comparou modelos de gesso obtidos através de impressões digitais e de impressões convencionais, concluindo que ambas técnicas são comparáveis a nível de precisão. Já Nedelcu e Persson (2014), avaliaram a precisão de 4 *scanners* intraorais (IOSS), analisando a influência dos diferentes materiais e da espessura do revestimento para digitalização. No trabalho os modelos foram fabricados com três materiais (polimetil metacrilato, titânio e zircônia) e referencialmente digitalizados com os IOSS: 3M Lava COS, Cerec AC com Bluecam, E4D e iTero. Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise tridimensional com auxílio do comando do software "3D compare" (análise comparativa 3D). Ao final foram encontrados resultados semelhantes para os scanners 3M Lava COS, Cerec AC com Bluecam e iTero, sem ter o revestimento excessivo nenhum efeito negativo em qualquer um

deles. Já entre os scanners com necessidade de revestimento e os sem necessidade (*noncoating*) foram encontradas diferenças significativas.

Em mais um estudo recente, este de Patzelt et al. (2014), foram digitalizados modelos de poliuretano usando um scanner laboratorial de referência e três IOSS. Os scanners utilizados no estudo foram os pertencentes aos sistemas Lava Chairside (3M ESPE), CEREC AC com Bluecam (Sirona) e iTero (Align Technology). Os autores enviaram as impressões para os fabricantes para posterior produção de cinco modelos de gesso físicos e então digitalizaram os modelos com os scanners de referência. Usando o software de avaliação 3D, os autores sobrepuseram os conjuntos de dados, assim, comparando-os. O sistema CEREC em si, teve como resultados os valores médios de veracidade de impressão de 75,80 mm (com intervalo de confiança de 95 por cento, entre 71,74-79,87 mm) com uma diferença estatisticamente significativa entre todos os scanners e os valores médios de precisão de impressão 21,62 mm (com intervalo de confiança de 95 por cento, entre 10,60-32,63 mm) com diferenças estatisticamente significativas entre CEREC AC com Bluecam e iTero. Como conclusão, o estudo constatou que todos os modelos mostraram um nível aceitável de precisão, no entanto, os modelos baseados na tecnologia de STL (CEREC AC com Bluecam e Lava Chairside) se mostraram mais precisos do que o utilizado pelo Itero. Sendo que outros estudos revelaram que impressões intraorais feitas com o *scanner* Lava, com tecnologia de frente de onda (*wavefront sampling technology*) apresentaram melhores resultados comparados à impressões convencionais com silicone (elastômeros) (SYREK et al., 2010; PRADIES et al., 2015).

Para Smith (2010), ao realizar um trabalho com restaurações com bom assentamento através da tecnologia de impressão digital, a capacidade de produção de restaurações requintadamente precisas e previsíveis com a impressão digital e o ganho de tempo, aumentando assim a produtividade do dentista, são os principais fatores que tornam o dispositivo o ideal para os dias atuais. O autor notou reduções drásticas no tempo de duração dos atendimentos com o paciente na cadeira, chegando o tempo médio à uma redução de 50%, proporcionando assim confiança necessária para reservar menos tempo de consulta nesses casos. Além disso, Wismeijer et al. (2013) relataram que a preferência geral dos pacientes é significativamente a favor da utilização de IOS

e a impressão digital em relação à métodos convencionais com poliéter. Quando comparada a duração da técnica, os pacientes se mostraram mais satisfeitos com a impressão analógica, entretanto a maior e mais significativa parte da preferência esteve relacionada essencialmente com as diferenças entre as abordagens em relação ao gosto proporcionado e as atividades preparatórias. Por tudo isso, é possível dizer que restaurações criadas com este sistema irão se encaixar perfeitamente, de forma rápida e precisa no dia a dia dos consultórios modernos (SMITH, 2010).

As restaurações anatômicas produzidas em laboratório com o sistema automatizado também apresentam vantagens na sua individualização. Para a produção das restaurações, o laboratório pode receber do dentista os dados da impressão óptica ou um molde feito com elastômero obtido por métodos tradicionais. As restaurações produzidas no inLab, como regra, têm seu aspecto estético aprimorado por técnicas de caracterização extrínseca e glazeamento (no caso de cerâmicas) ou pela adição de pigmentos resinosos (no caso de restaurações usinadas em blocos de compósitos). Para restaurações posteriores, esse é o protocolo padrão, mas em dentes anteriores, no sistema inLab, além disso existe a possibilidade da técnica do cut-back, ou, redução incisal. Esta técnica consiste na redução da anatomia final de uma restauração em determinadas áreas (regiões em que ocorrem efeitos ópticos mais evidentes) e sua reconstrução com materiais que simulam mais adequadamente as particularidades estéticas dos dentes naturais. (HILGERT et al., 2009)

A adaptação marginal das peças é uma importante característica inerente às restaurações protéticas, que pode influenciar diretamente na longevidade do tratamento reabilitador, uma vez que descondições, acarretam na presença de fendas marginais capazes de causar alterações na microflora oral e nas propriedades dos agentes cimentantes, que dilui com sua exposição direta no meio oral, susceptível ao aumento da incidência de microinfiltrações, levando a um acúmulo de biofilme na região e resultando em inflamações nos tecidos periodontais, cáries e lesões pulpares (FELTON et al., 1991; FERRARI, 1991; JACOBS, WINDELER, 1991; KNOERNSCHILD, CAMPBELL, 2000; BINDO et al., 2009; KOHORST et al., 2011; TORABI, AHANGARI, FARABI, 2012; COLPANI, BORBA, DELLA BONA, 2013). Por isso através de diferentes metodologias e estudos, as descondições marginais de

peças confeccionadas pelos sistemas CAD/CAM vêm sendo estudadas, observando-se até hoje valores mínimos e aceitáveis de desadaptação marginal (HOLMES et al., 1989; ATT et al., 2009; BORBA et al., 2011). Estudos demonstram que a adaptação média das peças fica abaixo de 100µm (NAKAMURA et al., 2003; BINDL, MORMANN, 2005; AKBAR et al., 2006; KESHVAD et al., 2011), encontrando-se assim, em valores clinicamente aceitáveis e comparáveis aos valores de peças confeccionadas pelo método tradicional (BINDL, MORMANN, 2005; REICH et al., 2008; KESHVAD et al., 2011; TAMIM et al., 2014). Sendo que McLean e Fraunhofer (1971), avaliaram a adaptação marginal de restaurações com infraestrutura metálica e coroas de porcelana pura e obtiveram resultados que permitiram aos autores estipularem um limite de fenda marginal clinicamente aceitável de 120µm. Para Boening et al. (2000), os gaps marginais devem estar entre 100 e 200 µm para que a restauração seja considerada satisfatória clinicamente. E em 2009, através de uma revisão de literatura sobre adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura, inclusive CAD/CAM, Gordilho et al. observaram que nos diversos trabalhos pesquisados, independentemente da metodologia empregada, o patamar de 120 µm foi superado em raríssimas situações, podendo assim ser mantido como padrão.

No sistema CEREC, especificamente, apesar de sua primeira edição ter problemas com adaptação, Sturdevant, Bayne e Heymann (1999) constataram que a desadaptação das peças produzidas pelo CEREC 1 foram minimizados com o desenvolvimento do CEREC 2. Diversos estudos também consideram restaurações e infra-estruturas produzidas pelo sistema CEREC inLab com adaptação satisfatória (REICH et al., 2005; BINDL, MORMANN, 2007; BEUER et al., 2009;). Em um estudo de Romao et al. (2004) foi demonstrado que a espessura do filme de cimento resinoso em restaurações produzidas pelo CEREC 2 é comparável à produzida por um sistema de cerâmica injetada e que ambos esses sistemas apresentam melhor selamento marginal que restaurações cerâmicas produzidas pela técnica convencional. Ellingsen e Fasbinder (2002) mostraram que além de comparável os resultados mostram-se até melhores na terceira versão do sistema.

Uma análise sob microscopia eletrônica de varredura demonstrou evolução na qualidade das margens das restaurações produzidas pelo CEREC 3, quando comparadas à de seu antecessor

(CLAAS, SCHAFERS, KRANTZ, 2002). Akbar et al. (2006), relatam que restaurações realizadas através do CEREC 3 parecem ter capacidade de adaptação marginal aceitável (média discrepâncias <100 micrômetros) e sugerem que o design da linha do preparo não teve efeito sobre a adaptação marginal das restaurações. Hilgert, Calazans e Baratieri (2005) afirmaram que obter bons níveis de adaptação das restaurações com o sistema CEREC 3 é plenamente possível e por fim, em um estudo *in vitro* de Ural, Burgaz e Saraç (2010), foram comparados métodos de fabricação de restaurações cerâmicas, sendo encontrado uma precisão da adaptação marginal muito melhor para restaurações CEREC em relação às cerâmicas prensadas.

Kunzelmann et al. (2001) relataram que as peças cerâmicas fresadas no sistema CAD/CAM, em forma de blocos pré-fabricados, possuem significativa vantagem por sua produção industrial sob rigoroso controle de qualidade, garantindo maior homogeneidade quando comparada às técnicas de produção de restaurações cerâmicas individuais em laboratório, que podem sofrer variação na qualidade final devido a diferenças na performance do técnico em prótese dental. Trabalhos científicos ainda atestaram que restaurações cerâmicas produzidas a partir de blocos pré-fabricados, quando comparadas àquelas produzidas em laboratório de prótese, têm propriedades mecânicas semelhantes ou até mesmo superiores (CHEN et al., 1999), resistem melhor ao desgaste (AL-HIYASAT, SAUNDERS, SMITH, 1999) e promovem desgaste do esmalte antagonista em menor escala (KUNZELMANN et al., 2001).

Os blocos pré-fabricados de resina composta também se beneficiam da qualidade de produção industrial, possibilitando aumento no grau de conversão monômero/polímero e maior homogeneidade do material (RUSIM, 2001). Esse material, quando comparado até mesmo às cerâmicas existentes para o sistema CAD/CAM, é mais susceptível ao desgaste, porém, gera menor abrasão do esmalte antagonista, característica clinicamente desejável (KUNZELMANN et al., 2001).

Outro importante momento para o sucesso da restauração é a cimentação, onde a interface ocupada pelo cimento resinoso, deve ter espessura ideal de aproximadamente 50 µm a 100 µm, para garantir boa resistência do material restaurador (MOLIN, KARLSSON, KRISTIANSEN, 1996). Jedynekiewicz e Martin (2001), alertam que em caso de filmes de cimentos muito espessos a

restauração estará sujeita a um pronunciado desgaste por abrasão em suas margens, o que provoca velamento marginal. Já, uma interfase muito fina ( $<50\text{ }\mu\text{m}$ ) pode provocar aumento do estresse de contração de polimerização, o que é explicado pela teoria do fator de configuração cavitária (fator C), relatado por Feilzer, De Gee e Davidson (1989), levando a falhas de união entre a superfície dental e a restauração.

Os trabalhos de Estafan et al. (2003), Ellingsen e Fasbinder (2002) e Nakamura et al. (2003), demonstraram exatamente isso, com valores médios de espessura de cimento próximos a  $50\text{ }\mu\text{m}$  nas margens e ao redor de  $110\text{ }\mu\text{m}$  na interface interna, as restaurações produzidas pelo sistema CEREC 3, permitiram uma pequena área de cimento sujeita ao desgaste pela abrasão e espessura adequada para evitar pronunciados efeitos do estresse gerado pela contração de polimerização

Segundo Hilgert, Calazans e Baratieri (2005), a cimentação das restaurações confeccionadas pelo sistema CEREC sempre deve ser realizada adesivamente. Esse procedimento por meio de sistemas adesivos e cimentos resinosos, aliados a um correto tratamento das superfícies dentais e dos materiais restauradores, promove união entre o substrato dental e a restauração, aumentando a resistência desse conjunto, além de preencher a interface entre o dente preparado e a peça protética.

Sjogren et al. (2004) avaliaram o desempenho de restaurações tipo inlays de Classe II produzidas pelo sistema CEREC após 10 anos de serviço Neste estudo, 66 inlays foram realizados em 27 pacientes. Cada paciente recebeu pelo menos um *inlay* cimentado com cimento resinoso de cura dual e um *inlay* cimentado com cimento resinoso quimicamente ativado. Cinquenta e quatro (89%) dos 61 *inlays* reavaliados ainda funcionavam bem e sete (11%) precisavam de substituição, devido a: fraturas do *inlay*, fratura de cúspide, problemas endodônticos ou sintomas pós-operatórios. Todos os *inlays* com necessidade de substituição tinham sido cimentados com cimento resinoso de cura dual, sendo que os *inlays* fraturados pertenciam todos a molares. A taxa de sobrevivência estimada após 10 anos foi de 89%, 77% para os cimentados com cimentos resinosos de cura dual e 100% para os cimentados com cimentos resinosos quimicamente ativados. Concluíram que o trabalho mostrou alta satisfação e aceitação do



paciente, mostrando que as propriedades dos agentes de cimentação afetam a longevidade.

Outro estudo de Attia et al. (2006), avaliou 96 coroas, metade em cerâmica feldspática e outra metade em resina composta, ambas confeccionadas em um sistema CAD/CAM e cimentadas a pré-molares humanos. As coroas foram cimentadas uma parcela com cimentos resinosos de polimerização dual, outra com cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e por fim outra com cimento fosfato de zinco. Os dentes foram então submetidos ao teste de resistência compressiva à fratura, onde percebeu-se que tanto o cimento resinoso quanto o cimento de ionômero de vidro modificado por resina aumentaram a resistência em relação ao fosfato de zinco, salientando, que restaurações indiretas devem ser sempre cimentadas com materiais ou sistemas cimentantes adesivos, o que confere aumento na resistência à fratura do conjunto estrutura dental mais restauração.

Clinicamente os sistemas computadorizados sempre obtiveram resultados satisfatórios, em um estudo realizado por Mörmann em 1996, *inlays* feitos no sistema CEREC obtiveram uma taxa de sucesso depois de seis anos, de cerca de 99 %. Em 1999, Martin e Jedynakiewicz realizaram uma revisão sistemática de ensaios clínicos visando identificar o desempenho clínico de restaurações intracoronárias através do sistema CEREC. O foco da avaliação foi estabelecer a taxa de sobrevivência dessas restaurações e identificar os fatores que podem causar falhas. Para isso foi realizada uma pesquisa abrangente na literatura, desde 1986 a 1997. Os dados disponíveis estabeleceram que as restaurações cerâmicas intracoronárias produzidas pelo sistema CEREC se enquadram como um método restaurador clinicamente bem sucedido, com uma taxa de sucesso médio de 97,4%, durante um período de 4,2 anos, tendo cor estável e um taxa de desgaste clinicamente aceitável. A análise também destacou as razões e as taxas de insucesso para este tipo de restauração. As razões para as falhas são predominantemente fraturas da cerâmica, fraturas do dente de apoio, hipersensibilidades pós-operatórias e desgaste da interface de cimento.

Outras revisões sistemáticas da literatura também demonstram altos níveis de sucesso de restaurações através do CAD/CAM, como a de Manhart et al. (2004), que por meio de extensa revisão literária, relataram que a taxa anual média de falha

de restaurações cerâmicas CAD/CAM é de 1,7%, enquanto *inlays* de cerâmicas e de compósitos produzidos em laboratório têm taxa de falha anual de 1,9% e 2,9%, respectivamente. Também a revisão de Fasbinder (2006), que analisou a literatura sobre a eficácia do sistema CEREC *chairside* de 1985 a 2006, relatando que a taxa de sucesso das restaurações também se encontram ao redor de 97% após cinco anos e 90% após 10 anos, concluindo assim que com a baixa taxa de fratura de restaurações e com longo prazo de sobrevivência, a eficácia clínica do sistema CEREC é uma opção confiável para restaurações deste tipo. Reiss e Walther (2000) analisaram clinicamente as restaurações feitas pelo sistema CEREC com 299 pacientes tratados com 1.010 restaurações *inlays* e *onlays* de cerâmica pura, dentro de um período de 39 meses. Neste estudo, o sucesso clínico foi observado e documentado continuamente, onde reexame foi realizado em um período de 9 a 12 anos após a colocação. De acordo com o método utilizado no estudo (Kaplan-Meier), a probabilidade de sobrevivência foi de 90% após 10 anos e 84,9% após 11,8 anos, sem qualquer diminuição adicional na observação final aos 12 anos.

A partir de vários ensaios clínicos, Hickel e Manhart (2001) analisaram a longevidade de vários materiais restauradores, calculando a taxa de falhas significativas de restaurações por ano. Neste estudo, os autores relataram que materiais como o ouro, tiveram uma taxa de insucesso de 1,2% por ano, os compósitos diretos obtiveram a taxa de 2,2% insucessos por ano, os indiretos de 2,0%, o amálgama 3,3%, enquanto as restaurações geradas pelo sistema CEREC obtiveram o resultado de 1,1% insucessos por ano. Posselt e Kerschbaum (2003) instalaram 2.328 *inlays* em 794 pacientes, através do sistema CEREC. Neste estudo, foi obtida uma taxa de sobrevivência de 95,5 % destas restaurações depois de nove anos. Otto e Schneider (2008), também em um estudo clínico, avaliaram 200 restaurações *inlays* e *onlays* confeccionadas pelo sistema CEREC com o objetivo de examinar o desempenho. Neste estudo, todas as restaurações foram executadas através do método *chairside* com o CEREC 1 e cimentadas pelo mesmo clínico. Destas, 187 foram cuidadosamente monitorados ao longo de um período de 15 anos. Por fim, concluíram que a taxa de sucesso foi de 88,7%, com um total de apenas 21 falhas (11%), encontradas em 17 pacientes. Dessas falhas, 76% foram atribuídas a fraturas cerâmicas (62%) ou fraturas dentárias (14%). As razões para as falhas

remanescentes foram cárie (19%) e problemas endodônticos (5%), tendo as restaurações de pré-molares apresentado um risco de falha inferior à dos molares. Assim, os autores concluíram que este tipo de restauração tem um resultado clínico muito respeitável. Outro estudo em 2001, por Thordrup et al., já havia encontrado valores semelhantes e até melhores de taxa de sucesso (92,9%), avaliando restaurações confeccionadas por sistema computadorizado em função por 5 anos. Já em Berlim, na Alemanha, foram avaliadas 226 restaurações realizadas em 74 pacientes utilizando o sistema CEREC da primeira geração. A taxa anual de falha nestas restaurações em 5 anos foi de 1,1% e em 10 anos 1,4%. Sendo as principais causas de falha, a perda da restauração, cárie secundária e fratura da restauração (ZIMMER et al., 2008).

São mais de 25 anos de experiência e desenvolvimento tecnológico, com estudos comprovando restaurações duradouras desde os primeiros modelos (BERGMAN, 1999; FASBINDER, 2010; POTICNY, KLIM, 2010). Mas a tecnologia CAD/CAM, mesmo com todas suas vantagens comprovadas de menor tempo necessário para a consulta, rapidez e eficiência (uma vez que pode não depender de um laboratório para a confecção da peça), baixa porosidade da infra-estrutura, boa aceitação por parte dos pacientes, possibilidade de evitar irritações causadas pelo acúmulo de placa nas restaurações provisórias, possibilidade de evitar uma segunda sessão clínica, diminuição do estresse pulpar causado por uma nova manipulação do dente preparado (ANAMI, 2008), dentre outras, ainda se encontra em fase de crescimento no mercado (CHRISTENSEN, CHILD, 2011). Estimou-se em 2011 que havia cerca de 12.000 dispositivos de fresagem em consultório (modelo *chairside*) das duas maiores empresas do ramo vendidos para dentistas nos EUA, sendo a maior parte deles o sistema CEREC. Com cerca de 140 mil dentistas gerais e protesistas nos EUA, menos de 10% dos potenciais dentistas consumidores, tinham dispositivos CAD/CAM *chairside*. (CHRISTENSEN, CHILD, 2011).

Apesar da possibilidade de realizar todas as etapas do tratamento restaurador ser o maior atrativo do sistema CAD/CAM, alguns casos ainda têm necessidade de maior tempo de produção da peça protética, exigindo mais do que uma sessão clínica através do auxílio laboratorial para glazeamentos e caracterizações extrínsecas (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). Os blocos pré-fabricados usados no sistema têm bons resultados, principalmente em

restaurações tipo *onlay* e *inlay* posteriores, podendo ser utilizados blocos monocromáticos translúcidos com ótima satisfação estética, onde a estética obtida se mostra satisfatória, sem necessidade de caracterizações, podendo a peça ser confeccionada em uma sessão. Já, em dentes anteriores, cujos efeitos de translucidez e opalescência são mais perceptíveis e onde as mais tênues variações de valor, matiz e croma podem levar ao fracasso estético (REICH, HORNBERGER, 2002) o uso de blocos monocromáticos na confecção de coroas e restaurações anteriores podem, em alguns casos, levar a um resultado insatisfatório. No entanto, essa necessidade é suprida com a possibilidade do uso adicional de técnicas de caracterizações extrínsecas, que visam mimetizar características específicas da dentição natural, como fluorescência, metamerismo, não-uniformidade de superfície e translucência (BUSO et al., 2004). Reich e Hornberger (2002), por exemplo, avaliaram e compararam, esteticamente, coroas anteriores confeccionadas pelo sistema CEREC utilizando blocos monocromáticos, blocos experimentais policromáticos (diferentes camadas de croma e translucência) e blocos monocromáticos com pinturas extrínsecas. Neste estudo, relataram que a pintura extrínseca forneceu bons efeitos estéticos, apresentando melhores resultados entre as opções testadas.

Outras desvantagens relatadas sobre o sistema são as dificuldades de sensibilidade técnica do procedimento de captação óptica dos dentes preparados, a necessidade de equipamentos de alto custo (FERNANDES NET, SIMAMOTO Jr, 2006), a falta de confiança do clínico em um sistema computadorizado, a dificuldade de captação de imagens de um preparo subgingival e a possibilidade de erro na captura dos dados (CHAIN et al., 2000). Sendo realmente, o manuseio e conhecimento do sistema não tão simples, requerendo certo tempo, estudo e cursos capacitatórios, inclusive para o dentista consumidor, ficar apto a utilizar de forma integral e correta o software (TROST, STINES, BURT, 2006). A maioria dos erros são causados por operação incorreta dos scanners intra-orais ou aplicação irregular de pó na aquisição de impressões digitais (Kim et al, 2015) Além disso existe a necessidade de qualificar e delegar certos procedimentos a uma equipe preparada, para tornar o conceito *chairside* financeiramente aceitável, o que muitas vezes é visto com maus olhos. Para isso, programas estão disponíveis para treinamento de pessoas da equipe, ganhando

proficiência, enquanto o profissional se concentra essencialmente nos preparos e restaurações (CHRISTENSEN, CHILD, 2011).

O custo de um equipamento CAD/CAM certamente é o principal empecilho para o profissional que deseja adquirir esta tecnologia. Atualmente, os sistemas e acessórios completos no modelo *chairside* requerem um investimento inicial de cerca de US \$ 130.000. Cada uma das empresas que vendem os sistemas CAD/CAM exigem um pagamento de cerca de US \$ 2.600 por mês (CHRISTENSEN, CHILD, 2011). O sistema na versão apenas laboratorial (Cerec inLab) nesse quesito possui uma particularidade, cujo objetivo é justamente reduzir o investimento inicial de pequeno e médios consumidores, possibilitando um formato chamado de *pay per use*, que se caracteriza por uma "chave" (ligada à porta USB do computador) que é comprada pelo laboratório consumidor e permite realizar determinado número de usinagens. Após esse número de restaurações produzidas, uma nova chave é necessária para futuras usinagens. Assim, o investimento inicial é menor, porém o custo por peça aumenta (HILGERT et al., 2009). Vale ainda ressaltar que embora o conceito do sistema completo para consultório, que possibilita a realização de restaurações indiretas em uma única sessão, seja um dos grades atrativos do CEREC, existe ainda a possibilidade do dentista adquirir apenas a unidade de impressão óptica e planejamento, onde os dados do preparo são enviados eletronicamente para um laboratório que possua o sistema CEREC inLab para produção da peça protética. Sendo que em alguns países já existe inclusive um serviço de envio das impressões ópticas via internet para laboratórios credenciados pelo fabricante do sistema (HILGERT et al., 2009).

Por outro lado com o dispositivo *chairside* completo, apesar de não permitir a fuga do alto investimento inicial, o dentista tem uma diminuição significativa em taxas de laboratório, sendo as necessidades financeiras passíveis de serem atendidas com um montante médio de tratamento restaurador em uma prática típica (CHRISTENSEN, CHILD, 2011). Gandjour et al. (2005), por exemplo, relataram que inlays confeccionados no sistema CEREC possuem um custo benefício superior que os fabricados em cerâmica por um laboratório. Buso et al. (2004) ressaltaram que o sistema CEREC possibilita redução de tempo clínico necessário para execução dos tratamentos, diminuição do consumo de onerosos materiais de

moldagem e ainda a eliminação de diversas despesas com o laboratório de prótese dental.

O desafio para reduzir o alto custo inicial é unicamente solucionável pelos fabricantes e distribuidores dos dispositivos. É necessário entender que as empresas colocaram enormes quantias de dinheiro para o desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM e o investimento deve ser recuperado. O que é um quesito favorável ao sistema CEREC, sendo o dispositivo original muito mais antigo no mercado já tendo seu lucro potencial garantido, diferente de outros dispositivos, onde o tempo vai provavelmente ser necessário, por exemplo, para o recém-chegado E4D da empresa D4D Technologies. Além disso, há ainda pesquisas em andamento necessárias para cada empresa para atualizar e modificar softwares e hardwares, para que o conceito continue a evoluir. Uma potencial solução para redução dos custos é colocar o mesmo conceito em sistemas de distribuição simplificados e menos caros, onde possa se reduzir o custo dos sistemas de produção e passar assim essas economias para os consumidores. Exemplos disso, são outras tecnologias também conhecidas por seus "altos valores" que estão experimentando um rápido crescimento devido à diminuição de custos, como por exemplo o laser de diodo e tomografias computadorizada de feixe cônico (CHRISTENSEN, CHILD, 2011).

Apesar da existência dos devotos usuários do sistema CAD/CAM e de importantes líderes de opinião assegurando sobre a utilidade do conceito CAD/CAM, muitos dentistas ainda têm medo dos desafios que irão enfrentar. Existem inúmeros fatores que contribuem para esse medo, incluindo a ansiedade sobre como o conceito se encaixa na prática habitual, a chance de problemas de saúde imprevisíveis gerando falta de renda para compensar o investimento, a possibilidade real de mais crises econômicas prolongadas, incapacidade de determinar o real aumento da receita que o conceito vai construir na prática e por fim, o conhecimento de que o pagamento mensal permanece com qualquer dos descritos problemas. Para resolver este problema do "desconhecido", é sugerido encontros com já usuários de CAD/CAM para observar demonstrações clínicas, depoimento de como este conceito está trabalhando na prática (CHRISTENSEN, CHILD, 2011)., além de perguntas básicas que o próprio dentista deve analisar, como a sua motivação para adaptar a rotina de atendimentos para uma única sessão, o realismo e paciência para conseguir lucro em um período

razoável e uma avaliação sobre a tecnologia necessária para o seu público, onde a aquisição vai trazer ou não benefícios claros para seus pacientes. Também podendo estender as perguntas à empresa fornecedora, buscando saber por exemplo, a quanto tempo a companhia trabalha com este tipo de tecnologia, se existem técnicos capacitados à disposição para qualquer eventualidade e necessidade, quais os locais que são fornecidos os cursos de capacitação, analisando a facilidade e possibilidade de comparecimento sem maiores danos à rotina (TROST, STINES, BURT, 2006).

O número relativamente pequeno de usuários pode parecer uma desvantagem do sistema, onde potenciais compradores ficam desanimados quando analisam o número de aparelhos vendidos em comparação com a população geral dos dentistas, concluindo que caso o sistema fosse realmente produtivo teria vendido muito mais. No entanto, a penetração no mercado é muito boa quando se considera que apenas um dispositivo pode atuar em um local com muito mais do que um dentista e também de que o conceito é caro, sendo relativamente uma tecnologia nova (CHRISTENSEN, CHILD, 2011).

Dentistas com uma prática muito estável, organizada, funcionando sem problemas e produzindo receita adequada, tendem a rejeitar qualquer coisa que possa diminuir ou alterar a estabilidade desta rotina, sendo estes, que geralmente apresentam dificuldades em implementar novas tecnologias, como o CAD/CAM, em seu dia a dia no consultório (TROST, STINES, BURT, 2006). Muitos consultórios, especialmente os mais antigos, não têm espaço adequado para abrigar todo o equipamento em seus consultórios já equipados. Tem-se conversado com os representantes das empresas sobre este desafio. Na opinião de Christensen e Child (2011), o grande problema do tamanho deve ser superado para tornar o conceito mais aceitável para os profissionais.

Outro ponto é o vínculo e confiança do dentista com o laboratório dental, passando a impressão de que quando se obtém o dispositivo CAD/CAM não se necessita mais dos trabalhos laboratoriais. Porém, é conhecido de que há ainda em muitos casos a necessidade do trabalho dos técnicos de laboratório e isso vai ser sempre assim (CHRISTENSEN, CHILD, 2011), pois a parcela de etapas de produção realizada por meios automatizados deve ser ajustada sempre de acordo com as necessidades dos materiais

restauradores a serem utilizados e as preferências dos profissionais envolvidos (dentistas e técnicos em prótese dental) (HILGERT et al., 2009). Touchstone, Nieting e Ulmer (2010) relacionaram inclusive a tecnologia CAD/CAM com o aumento da comunicação e conexão dos consultórios e dentistas, com os laboratórios de prótese dentária. Neste estudo os autores apresentaram um relato de caso com o uso combinado da tecnologia CAD/CAM no consultório (*in-office*) e no laboratório (inLab), realizando impressões digitais da arcada completa maxilar e mandibular, prescrevendo digitalmente o caso ao laboratório, submetendo assim toda a arte digital, fabricação de modelos digitais, concepção e fabricação da restauração no método inLab.

As restaurações feitas com os dispositivos CEREC servem tão bem ou melhor do que as restaurações realizadas por procedimentos convencionais de laboratório e é mais que provado que os sistemas CAD/CAM são altamente úteis, funcionais e financeiramente viáveis para muitas práticas (CHRISTENSEN, CHILD, 2011). Este sucesso clínico deve-se a uma combinação do avanço da tecnologia de sistemas CAD/CAM e do grande melhoramento nos materiais utilizados e disponíveis. Hoje as restaurações totalmente cerâmicas fabricadas no sistema chairside podem reforçar o dente e ter um bom sucesso clínico a longo prazo. Assim como restaurações de alta resistência fresadas no sistema inLab permitem o uso de cerâmica pura para confecção de pontes de múltiplas unidades tanto anteriores como posteriores (GIORDANO, 2006).

Embora o custo do equipamento seja elevado, as características como a redução de tempo clínico para o tratamento, facilidade de produção das restaurações, disponibilidade de materiais restauradores de boa qualidade, adequada adaptação das restaurações aos preparos e bom histórico de sucesso clínico em longo prazo, fazem desse método uma excelente alternativa para realização de restaurações indiretas (HILGERT, CALAZANS, BARATIERI, 2005). Havendo inúmeras razões (que não interferem na sua qualidade) pelas quais esses sistemas não fizeram mais penetração do mercado (CHRISTENSEN, CHILD, 2011).

Trost, Stines e Burt (2006) examinaram vários fatores na compra de tecnologia CAD/CAM, como considerações clínicas, implicações práticas, impacto ao paciente e retorno financeiro, citando o sistema CEREC por seu grande tempo no mercado e



concluindo que a tecnologia CAD/CAM é sim um componente chave para um consultório odontológico tecnologicamente atual.

Por conseguinte, permanece a esperança de que os fabricantes, distribuidores e profissionais irão trabalhar em conjunto para encontrar maneiras de implementar esta tecnologia para a maior faixa possível de dentistas consumidores (CHRISTENSEN, CHILD, 2011), onde a intensa competição e a concorrência entre as diversas empresas fabricantes devem, por lógica de mercado, reduzir, com o passar do tempo, os custos finais para dentistas, laboratórios e pacientes (HILGERT et al., 2009).

A mudança é inevitável, o crescimento e o aprendizado são escolhas. Qualquer dentista que exerça sua profissão, por mais de 20 anos, deve concordar que a odontologia está sendo praticada de forma muito diferente do que quando o mesmo se formou na faculdade. Muita coisa mudou em termos de métodos e dispositivos utilizados para realizar tarefas diárias. Torna-se bastante evidente que a profissão está a ser remodelada através da introdução e adoção de novas tecnologias (POTICNY, 2008). Se as tendências de uso de diversos protocolos restauradores se repetirem, como sempre, primeiramente em países econômica e tecnologicamente mais desenvolvidos e logo depois chegando ao Brasil, em pouco tempo, a utilização de sistemas CAD/CAM fará parte não só do cotidiano de uma pequena parcela dos profissionais, mas se tornará protocolo padrão em grande número de consultórios e laboratórios de prótese dentária (HILGERT et al., 2010).



## **6 CONCLUSÃO**

Tanto o sistema CEREC e a tecnologia CAD/CAM, possuem implicações clínicas e práticas positivas e comprovadas. O impacto ao paciente e o retorno financeiro positivo, fazem com que o sistema seja altamente útil, funcional e financeiramente viável, tornando-se componente chave para um consultório odontológico tecnologicamente atual, onde a tendência é que a sua utilização se torne parte não só do cotidiano de uma pequena parcela dos profissionais, mas sim protocolo padrão em grande número de consultórios e laboratórios de prótese dentária pelo mundo.



## REFERÊNCIAS

AKBAR, JH; PETRIE, CS; WALKER, MP; WILLIAMS, K; EICK, JD. **Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs.** J Prosthodont 2006;15(3):155-63.

AL-HIYASAT, AS; SAUNDERS, WP; SMITH, GM. **Three-body wear associated with three ceramics and enamel.** J Prosthet Dent 1999;82(4):476-81.

ANAMI, L.C. **Desempenho clínico de três diferentes sistemas cerâmicos:** In-Ceram, IPS- Empress 2 e CEREC. Monografia. São José dos Campos, 2008.

APHOLT, W; BINDL, A; LUTHY, H; MORMANN, WH. **Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed InCeram-Alumina and InCeram-Zirconia bars.** Dent Mater 2001;17(3):260-7.

ATT, W; KOMINE, F; GERDS, T; STRUB, JR. **Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses.** J Prosthet Dent 2009;101:239-47.

ATTIA, A; ABDELAZIZ, KM; FREITAG, S; KERN, M. **Fracture load of composite resin and feldspathic all-ceramic CAD/CAM crowns.** The Journal of Prosthetic Dentistry 2006;95(2):117-123.

BELL, RB. **Computer Planning and Intraoperative Navigation in Orthognathic Surgery.** J. Oral Maxillofac. Surg. 2011;69(3):592-605.

BERGMAN, MA. **The clinical performance of ceramic inlays: A review.** Australian Dental Journal 1999;44(3):157-68.

BEUER, F; AGGSTALLER, H; EDELHOFF, D; GERNET, W; SORENSEN, J. **Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers**. Dental Materials: Official Publication Of The Academy Of Dental Materials 2009;25(1):94-102.

BEUER, F; SCHWEIGER, J; EDELHOFF, D. **Digital dentistry**: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. Br Dent J, 2008;204:505-11.

BEUER, F; SCHWEIGER, J; EICHBERGER, M; KAPPERT, HF; GERNET W; EDELHOFF, D. **High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings** - a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater 2009;25(1):121-8.

BINDL, A; MÖRMANN, WH. **Fit of all-ceramic posterior fixed partial denture frameworks in vitro**. The International Journal Of Periodontics & Restorative Dentistry 2007;27(6):567-75.

BINDL, A; MÖRMANN, WH. **Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations**. J Oral Rehabil 2005;32:441-7.

BINDL, A; RITTER, L; MEHL, A. **Digital 3-D implant planning**: Cerec meets Galileos. Int J Comput Dent 2010;13:221-231.

BINDO, MJF; COSTA, RG; MORAIS, ECC; LEÃO, MP; SILVA, SMLM. **Adaptação marginal em prótese livre de metal, observada por meio de microscopia eletrônica de varredura, após três anos em função**. RSBO 2009;6(2):129-134.

BOEDDINGHAUS, M; BRELOER, RS; REHMANN, P; WöSTMANN, B. **Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients**. Clin Oral Investig , 2015.

BOENING, KW; WOLF, BH; SCHMIDT, AE; KASTNER, K; WALTER, MH. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. **J Prosthet Dent** 2000;84:419-24.

BORBA, M; CESAR, PF; GRIGGS, JA; DELLA BONA, A. **Adaptation of all-ceramic fixed partial dentures**. Dent Mater 2011;27:1119-26.

BUSO, L; MIYASHITA, E; KONNO, AN; MARTINS, GR. **Odontologia restauradora computadorizada**. In: Miyashita E, Fonseca AS. organizadores. Odontologia Estética — o estado da arte. São Paulo: Artes Médicas 2004;635-61.

BOURDET, CA. **Scannable Abutments**: Digital Impressions for Dental Implants. Chairside 2012;7(3):45-48.

BRUNTHALER, A.; KONIG, F.; LUCAS, T.; SPERR, W.; SCHEDLE, A. **Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth**. Clinical Oral Investigations 2003;7(2):63-70.

CALDRONEY, SJ, BOURELL, L, LEVINE, J, HIRSCH, DL. **CAD/CAM Virtual Surgery**: A Comprehensive Review of Its Use in Various Applications in the Field of Oral and Maxillofacial Surgery. J. Oral Maxillofac Surg 2012;70(9):89-90.

CHAIN, MC.; ARCARI, GB.; LOPES, GC. **Restaurações cerâmicas estéticas e próteses livres de metal**. RGO 2000;48(2):67-70.

CHEN, HY; HICKEL, R; SETCOS, JC; KUNZELMANN, KH. **Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD-CAM and pressed-ceramic crowns**. J Prosthet Dent 1999;82(4):468-75.

CHRISTENSEN GJ. **Impressions are changing:** deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. J Am Dent Assoc. 2009;140(10):1301-1304.

CHRISTENSEN GJ. **Is now the time to purchase an in-office CAD/CAM device?** J Am Dent Assoc 2006;137:235-8

CHRISTENSEN, GJ. **Successful use of in-office CAD/CAM in a typical practice.** J Am Dent Assoc, 2008;139(9):1257-60

CHRISTENSEN, GJ; CHILD Jr, PL. **Is it time for in-office CAD/CAM milling of restorations to go mainstream?** DentalTown 2011;12(5):66-71.

CLAAS, H; SCHAFERS, F; KRANTZ, C. **Milling quality of Cerec 2 and Cerec 3 CAD/CAM crowns [abstract 2641].** J Dent Res. 2002;81(A):331.

COLPANI, JT; BORBA, M; DELLA BONA, A. **Evaluation of marginal and internal fit of ceramic crown copings.** Dent Mater 2013;29:174-80.

CONCEIÇÃO, EN; SPHOR, AM. **Fundamentos dos sistemas cerâmicos.** In: Conceição, EN: Restaurações estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes. ARTMED, 2005. Cap 8, p. 199-217.

CONRAD, HJ; SEONG, WJ; PESUN, IJ. **Current ceramic materials and systems with clinical recommendations:** a systematic review. The Journal of Prosthetic Dentistry 2007;98(5):389-404

CORREIA, ARM; FERNANDES, JCAS; CARDOSO, JAP; SILVA, CFCL. **CAD-CAM:** a informática a serviço da prótese fixa. Revista de Odontologia da UNESP 2006;35(2):183-89.



CORRER, LS; BORGES, GA; SINHORETI, MAC; CONSANI, S. **Materiais Cerâmicos**. In: Miyashita E, Fonseca AS. Odontologia Estética: o estado da arte. São Paulo: Artes Médicas; 2004. p.155-180.

COSTA, JB; PELOGIA, F; HAGERDORN,B; FERRACANE, JL. **Evaluation of Different Methods of Optical Impression Making on the Marginal Gap of Onlays Created with CEREC 3D**. Operative Dentistry 2010;35(3):324-329.

DONLY, K. J.; JENSEN, M. E.; TRIOLO, P.; CHAN, D. **A clinical comparison of resin composite inlay and onlay posterior restorations and cast-gold restorations at 7 years**. Quintessence International 1999;30(3)163-168.

DUKIC, W.; DUKIC, O. L.; MILARDOVIC, S.; DELUA, B. **Clinical evaluation of indirect composite restorations at baseline and 36 months aftes placement**. Operative Dentistry, Seatle 2010;35(2):156-164.

DUNN, M. **Biogeneric and user-friendly: the Cerec 3D software upgrade V3.00**. Int J Comput Dent 2007;10:109–117

ELLINGSEN, LA. FASBINDER, DJ. **In vitro evaluation of CAD/CAM ceramic crowns [abstract 2640]**. J Dent Res. 2002;81(A):331.

ENDER, A; MöRMANN, WH,; MEHL, A. **Efficiency of a mathematical model in generating CAD/CAM-partial crowns with natural tooth morphology**. Clin Oral Investig 2011;15:283–289

ESTAFAN, DJ; AGOSTA, C; DUSSETSCHLEGER, F; RECH, S. **SEM Evaluation of the Marginal Fit of Cerec II and Cerec III Inlays [abstract 0551]**. J Dent Res. 2003;82(A).

FASBINDER, DJ. **Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations.** Journal of the American Dental Association; 2006;137:22S-31S.

FASBINDER, DJ. **The Cerec System: 25 years of chairside CAD/CAM dentistry.** Journal of the American Dental Association; 2010;141(2):3S-4S.

FASBINDER ,DJ; DENNISON, JB; HEYS, DR; LAMPE, K. **The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays.** Journal of the American Dental Association; 2005;136:1714-1723.

FASBINDER, DJ.; DENNISON, JB.; HEYS, DR; NEIVA, G. **A Clinical Evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: A two-year report.** Journal of the American Dental Association 2010;141(2):10S-4S.

FEILZER, AJ; DE GEE, AJ; DAVIDSON, CL. **Increased wall-to-wall curing contraction in thin bonded resin layers.** J Dent Res. 1989;68(1):48-50.

FELTON, DA; KANOY, MA; BAYNE, SC; WIRTHMAN, BS. **Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health.** J Prosthet Dent 1991;65(3):357-364.

FERNANDES NETO, AJ; SIMAMOTO Jr, PC. **Cerâmicas Odontológicas.** Univ. Fed. Uberlândia. 2006.

FERRARI, M. **Cement thickness and microleakage under dicor crowns:** an in vivo investigation. Int J Prosthodont 1991;4(2):126-131.

FREEDMAN, M; QUINN, F; O'SULLIVAN; M. **Single unit CAD/CAM restorations:** a literature review. J Ir Dent Assoc 2007;53(1):38-45.

FUSTER-TORRES, MA; ALBALAT-ESTELA, S ALCAÑIZ-RAYA, M; PEÑARROCHADIAGO, M. **CAD/CAM dental systems in**

**implant dentistry:** Update. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2009;14:E141-5.

GATENO, J; XIA, J; TEICHGRAEBER, JF; ROSEN, A HULTGREN, B; VADNAIS, T. **The precision of computer-generated surgical splints.** J. Oral Maxillofac Surg 2003;61(7):814-7.

GIANNETOPOULOS, S; VAN NOORT, R; TSITROU, E. **Evaluation of the marginal integrity of ceramic copings with different marginal angles using two diferentes free metal systems.** Int J Dent 2012;11,(1):55-65.

GIORDANO, R. **Materials for chairside CAD/CAM** - produced restorations. J Am Dent Assoc 2006;137(9):14S-21S.

GORDILHO, AC; MORI, M; GIL, C; CONTIN, I; **A adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura.** Revista Odonto 2009;17(34): 82-92.

HICKEL R; MANHART, J. **Longevity of restorations in the posterior teeth and reasons for failure.** J Adhes Dent 2001;3:45-64

HILGERT, LA; CALAZANS, A; BARATIERI, LN. **Restaurações CAD/CAM:** o sistema CEREC 3. International Journal of Brazilian Dentistry 2005;1(3):198-209.

HILGERT, LA; SCHWEIGER, J; BEUER, F; ANDRADA, MAC; ARAÚJO, E; EDELHOFF, D. **CAD/CAM restorative dentistry:** the present state-of-the-art. Part 2 - Restorative Possibilities and CAD/CAM Systems. International Journal of Brazilian Dentistry 2009;5(4):424-435.

HILGERT, LA; SCHWEIGER, J; BEUER, F; ANDRADA, MAC; ARAÚJO, E; EDELHOFF, D. **Odontologia restauradora com**

**sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 3 –Materiais Restauradores para Sistemas CAD/CAM. Clínica – Int J Braz Dent.** 2010;.6(1):86-96.

HOLMES, JR; BAYNE, SC; HOLLAND, GA; SULIK, WD. **Considerations in measurement of marginal fit.** J Prosthet Dent 1989;62:405-8.

ISIDOR, F.; BRONDUM, K. **A clinical evaluation of porcelain inlays.** The Journal of Prosthetic Dentistry 1995;74(2):140-144.

ITINOCHE, KM; OZCAN, M; BOTTINO, MA; OYAFUSO, D. **Effect of mechanical cycling on the flexural strength of densely sintered ceramics.** Dent Mater. 2006;22(11):1029- 34.

IVOCLAR VIVADENT. **IPS Empress CAD (chairside).** 2015a. Disponível em: <[http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/p/dentistas/produtos/blocos-de-cad\\_-cam-para-dentistas/ips-empress-cad-\\_chairside\\_](http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/p/dentistas/produtos/blocos-de-cad_-cam-para-dentistas/ips-empress-cad-_chairside_)> Acesso em 9 mai. 2015.

\_\_\_\_\_. **Sistema IPS e.max para Laboratórios.** 2015b. Disponível em: <<http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/p/laboratorios/produtos/ceramica-livre-de-metal/sistema-ips-emax-para-laboratorios/>> Acesso em 9 mai. 2015.

\_\_\_\_\_. **IPS e.max CAD.** 2015c. Disponível em: <[http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/competencias/ceramica-livre-de-metal/ips-e\\_max-system-para-laborat\\_\\_rios/ips-e\\_max-cad-](http://www.ivoclarvivadent.com.br/pt-br/competencias/ceramica-livre-de-metal/ips-e_max-system-para-laborat__rios/ips-e_max-cad-)> Acesso em 9 mai. 2015.

\_\_\_\_\_. **Telio CAD.** 2015d. Disponível em: <[http://www.ivoclarvivadent.us/en-us/products/chairside-cad\\_cam-blocks/telio-cad](http://www.ivoclarvivadent.us/en-us/products/chairside-cad_cam-blocks/telio-cad)> Acesso em 10 mai. 2015.

JACOBS, MS; WINDELER, AS. **An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap.** J Prosthet Dent 1991;65:436-42.

JEDYNAKIEWICZ, NM; MARTIN, N. **CEREC: science, research, and clinical application.** Compend Contin Educ Dent. 2001;22(6):7-13.

KAYATT, FE. **Cenários com a tecnologia CAD/CAM na implantodontia.** INPN - O Portal da Implantodontia, Periodontia e Prótese Dentária, 2014. Disponível em <<http://www.inpn.com.br/Materia/DiscussindoMerito/21541>>. Acesso em 13 mai. 2015.

KESHVAD, A.; HOOSHMAND, T.; ASEFZADEGH, F. et al. **Marginal gap, internal fit and fracture load of leucite reinforced, ceramic inlays fabricated by Cerec InLab and hot-pressed techniques.** Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists 2011

KIM, JH; KIM, KB; KIM, SH; KIM, WC; KIM, HY; KIM, JH. **Quantitative evaluation of common errors in digital impression obtained by using an LED blue light in-office CAD/CAM system.** Quintessence Int. 2015;46(5):401-7

KNOERNSCHILD, KL; CAMPBELL, SD. **Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures.** J Prosthet Dent 2000;84:492-8.

KOHORST, P; JUNGHANN, J; DITTMER, MP; BORCHERS, L; STIESCH, M. **Different CAD/CAM processing routes for zirconia restorations: influence on fitting accuracy.** Clin Oral Investig, 2011;15:527-36.

KOHUBO ,Y; TSUMITA, M; KANO, T; SAKURAI, S; FUKUSHIMA, S. **Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns.** J Prosthodont Res 2011;55:40-3.

KOINIG, H. **Computer Aided Overpress** – a simple process. Int Dent SA. 2008;10(2):76-82.

KOVARIK, R. E. **Restoration of posterior teeth in clinical practice: Evidence base for choosing amalgam versus composite.** Dental Clinics of North American 2009;53(1):71-76.

KUNZELMANN, KH; JELEN, B; MEHL, A; HICKEL, R. **Wear evaluation of MZ100 compared to ceramic CAD/CAM materials.** Int J Comput Dent 2001;4(3):171-84.

KURBAD, A. **Impression-free production techniques.** Int J Comput Dent 2011;14:59-66.

LANGE, R. T.; PFEIFFER, P. **Clinical evaluation of ceramic inlays compared to composite restoration.** Operative dentistry; 2009;34(3):263-272.

LEE, SJ; BETENSKY, RA; GIANNESCHI, GE; GALLUCCI, GO. **Precisão do Digital versus convencionais Implant Impressions.** Clin. Impl oral. Res. 2014;00:1-5.

LIU, PR. **A panorama of dental CAD/CAM restorative systems.** Compendium of continuing education in dentistry; 2005;26:507-16.

LIU, PR; Essig ME. **Panorama of dental CAD/CAM restorative systems.** Compendium of continuing education in dentistry; 2008;29(8):482-488.

MANHART, J; CHEN H; HAMM, G; HICKEL, R. **Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition.** Oper Dent; 2004;29:481–508.

MARCHESI, G.; BRESCHI, L.; ANTONIOLLI, F.; et al. **Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems.** Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials, Washington, 2010;29(10):947-953.

MARTIN, N; JEDYNAKIEWICZ, NM. **Clinical performance of CEREC ceramic inlays: a systematic review.** Dental Materials: Official publication of the Academy of Dental Materials 1999;15(1):54-61.

McLEAN JW, FRAUNHOFER JA. **The estimation of cement film thickness by in vivo technique.** Br Dent J 1971;131(3):107-111.

MELO, TS; KANO, P; ARAÚJO JUNIOR, EM. **Avaliação e reprodução cromática em odontologia restauradora.** Parte I: O mundo das cores. Int J Braz Dent 2005; 1(2):96-104.

MEYER Jr, A; CARDOSO, LC; ARAUJO, E; BARATIERI, LN. **Ceramic inlays and onlays: Clinical procedures for predictable results.** Journal of esthetic and restorative dentistry: Official publication of the American Academy of Dentistry 2003;15(6):338-351.

MIYAZAKI, T; HOTTA, Y; KUNII, J; KURIYAMA, S; TAMAKI, Y. **A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience.** Dental Materials Journal 2009;28(1):44-56.

MOLLIN, MK; KARLSSON, SL; KRISTIANSEN, MS. **Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint.** Dent Mater 1996;12(4):245-9.

MOREIRA, LM; LEAL, MPS. **Planejamento virtual em Cirurgia Ortognática: uma mudança de paradigma.** Rev. Bras. Odontol 2013;70(1):46-48.

MORMANN WH. **CAD/CIM in aesthetic dentistry:** CEREC 10 year anniversary symposium. Quintessence; 1996.

MORMANN, WH; BINDL, A. **The Cerec 3 — A quantum leap for computer-aided restorations:** Initial clinical results. Quintessence International 2000;31:699-712.

MORMANN, WH. **The evolution of the CEREC system.** JADA 2006;137(9):7S-13S.

NAKAMURA, T; DEI, N; KOJIMA, T; WAKABAYASHI, K. **Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns.** Int J Prosthodont. 2003;16(3):224-8.

NAZARIAN, A. **CAD/CAM Technology in Restoring Implants.** Inside Dentistry 2008;4(9).

NEDELCO, RG; PERSSON, AS. **Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis.**J Prosthet Dent. 2014;12(6):1461-71.

OTTO, T; SCHNEIDER, D. **Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays:** a case series. The International Journal of Prosthodontics 2008;21(1):53-59

PARSELL, DE; ANDERSON, BC; LIVINGSTON, HM; RUDD, JI; TANKERSLEY, JD. **Effect of camera angulation on adaptation of**



**CAD/CAM restoration.** The Journal of Esthetic Dentistry 2000;12(2):78-84.

**PATEL, N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry.** J Am Dent Assoc 2010 Jun;141(2):20S-24S

**PATZELT, SBM; BISHTI, S; STAMPF, S; ATT, W.** Accuracy of computer-aided design/computer-aided manufacturing-generated dental casts based on intraoral scanner data. **Journal of the American Dental Association (JADA) (J AM DENT ASSOC), 2014 Nov; 145 (11): 1133-40.**

**PERSSON, AS; ODÉN, A; ANDERSSON, M; SANDBORGH-ENGLUND, G.** Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. Dent Mater 2009;25:929-36.

**POSSELT, A; KERSCHBAUM, T.** Longevity of 2328 chairside CEREC inlays and onlays. Int J Comput Dent 2003;6:231-48.

**POTICNY, DJ.** Simplified ceramic restorations using CAD/CAM technologies. Pract Proced Aesthet Dent 2004;16(5):353-8.

**POTICNY, DJ.** CAD/CAM Today: A 22-Year Retrospective. Inside Dentistry 2008;4(10).

**POTICNY, DJ.; KLIM, J.** CAD/CAM in-office technology: Innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes. Journal of the Americal Dental Association 2010;141(2):5S-9.

**PRADÍES, G; ZARAUZ, C; VALVERDE, A; FERREIROA, A; MARTÍNEZ-RUS, F.** Clinical evaluation comparing the fit of all-

**ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology.** J Dent. 2015;43(2):201-8.

PROBSTER, L; GROTEN, M. **VITA All-Ceramics - Vita In-Ceram:** Guide for all-ceramic restorations in the dental practice. Alemanha, 2006. Disponível em <[https://mam.vita-zahnfabrik.com/portal/ecms\\_mdb\\_download.php?id=29543&sprache=en&fallback=de&cls\\_session\\_id=>](https://mam.vita-zahnfabrik.com/portal/ecms_mdb_download.php?id=29543&sprache=en&fallback=de&cls_session_id=>)>. Acesso em 10 mai. 2015.

REICH, S; HORNBERGER, H. **The Effect of Multicolored Machinable Ceramics on the Esthetics of All-Ceramic Crowns.** Journal of Prosthetic Dentistry; 2002; 88(1), 44-49.

REICH S, WICHMANN M, NKENKE E, PROESCHEL, P. **Clinical fit of all-ceramic threeunit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems.** European Journal Of Oral Sciences 2005;113(2):174-79.

REICH, S; GOZDOWSKI, S; TRENTZSCH, L; FRANKENBERGER, R; LOHBAUER, U. **Marginal Fit of Heat-pressed vs CAD/CAM Processed All-ceramic Onlays Using a Milling Unit Prototype.** Operative Dentistry 2008;33(6):644-650.

REISS, B; WALTHER, W. **Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of CEREC restorations.** Int J Comput Dent. 2000;3:9-23.

RITTER, A. V.; BARATIERI, L. N. **Ceramic restorations for posterior teeth: Guidelines for the clinician.** Journal of Esthetic Dentistry 1999;11(2):72-86.

ROCHA, SS; ANDRADE, GS; SEGALLA, JCM. **Sistema In-ceram de infra-estruturas totalmente cerâmicas**. Rev. Fac. Odontol. Lins 2004;16(1):7-12.

ROMAO, W Jr; MIRANDA, WG Jr; CESAR, PF; BRAGA, RR. **Correlation between microleakage and cement thickness in three Class II inlay ceramic systems**. Open Dent. 2004;29(2):212-8.

ROSA, JCMD. **In-Ceram: próteses em porcelana sem metal**. J Bras Odontol Clin, 1997;1,(6):9-15.

RUSIM, RP. **Properties and applications of a new composite block for CAD/CAM**. Compend Contin Educ Dent 2001;22(6):35-41.

SABATINI, C.; BLUNCK, U.; DENEHY, G.; MUNOZ, C. **Effect of pre-heated composite and flowable liners on Class II gingival margin gap formation**. Operative Dentistry 2010;35(6):663-671.

SIRONA THE DENTAL COMPANY. **Empresa Sirona**. [?]a Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/empresa/about-sirona>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Sistemas CAD/CAM - Soluções CEREC**. [?]b Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/produtos/sistemas-cad-cam/cerec-chairside-solutions>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Sistemas CAD/CAM -Soluções inLab para Laboratórios**. [?]c Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/produtos/sistemas-cad-cam/inlab-labside-solutions>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Sistemas CAD/CAM -Materiais CAD/CAM**. [?]d Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/produtos/sistemas-cad-cam/materiais-cad-cam/>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Historico.** [2013?] Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/empresa/historico/>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **CEREC Referência mundial em sistemas CAD/CAM para dentistas e laboratórios odontológicos..** São Paulo, 2013a. Disponível em: <[http://www.sirona.com.br/ecomaXL/files/CEREC\\_-\\_jan\\_2013.pdf&download=1](http://www.sirona.com.br/ecomaXL/files/CEREC_-_jan_2013.pdf&download=1)>. Acesso em 16 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **SOLUÇÕES CAD/CAM PARA O LABORATÓRIO DENTAL - Sistema inLab o melhor resultado estético.** São Paulo, 2013b. Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/produtos/sistemas-cad-cam/inlab-labside-solutions/?tab=2566>>. Acesso em 16 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Soluções CAD/CAM para o dentista - CEREC: feito para inspirar.** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.sirona.com.br/br/produtos/sistemas-cad-cam/cerec-chairside-solutions/?tab=2560> - Catálogos>. Acesso em: 15 abr. 2014.

SJÖGREN, G; MOLIN, M. **A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM – manufactured (CEREC) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite.** Int J Prosthodont 2004;17:241–246.

STURDEVANT, JR; BAYNE, SC; HEYMANN, HO. **Margin gap size of ceramic inlays using second-generation CAD/CAM equipment.** J Esthet Dent. 1999;11(4):206-14.

SMITH, R. **Creating well-fitting restorations with a digital impression system.** Compend Contin Educ Dent. 2010;31(8):640-4.

SYREK, A; REICH, G; RANFTL, D; KLEIN, C; CERNY, B; BRODESSER, J. **Clinical evaluation of all-ceramic crowns**

**fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling.** J Dent 2010;38(7):553-9.

**TAMIM, H; SKJERVEN, H; EKFELDT; RøNOLD, HJ.** Clinical evaluation of CAD/CAM metal-ceramic posterior crowns fabricated from intraoral digital impressions. **Int J Prosthodont.** 2014;**27(4):331-7**

**THORDRUP, M; ISIDOR, F; HØRSTED-BINDSLEY, P.** A 5-year clinical study of indirect and direct resin composite and ceramic inlays. Quintessence International, Dental Digest 2001;32 (3):199-205.

**TINSCHERT, J; NATT, G; HASSENPFUG S; SPIEKERMANN H.** Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. Int J Comput Dent; 2004;7(1):25-45.

**TORABI ARDEKANI, K; ANHAGARI, AH; FARAHI, L.** Marginal and internal fit of CAD/CAM and slip-cast made zirconia copings. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects 2012;6:42-8.

**TOUATI, B; MIARA, P; NATHANSON, D.** Odontologia Estética e Restaurações Cerâmicas. São Paulo: 2000.

**TOUCHSTONE, A; NIETING, T; ULMER, N.** Digital transition: the collaboration between dentists and laboratory technicians on CAD/CAM restorations. J Am Dent Assoc. 2010;141:15S–19S.

**TROST, L; STINES, S; BURT, L.** Making informed decisions about incorporating a CAD/CAM system into dental practice. J Am Dent Assoc; 2006;137(9):32S-36S

**TSITROU, E.; HELVATJOGLU-ANTONIADES, M.; PAHINIS, K.; NOORT, R.; VAN.** Fracture strength of minimally prepared resin bonded Cerec inlays. Operative dentistry 2009;34(5):537-543.

VOLPATO, Claudia Angela Maziero et al. **Próteses Fixas Adesivas: Parte 1.** In: VOLPATO, Claudia Angela Maziero et al. **Próteses Odontológicas: Uma visão Contemporânea - Fundamentos e Procedimentos.** Santos: Livraria Santos, 2012. Cap. 3. p. 169-259.

VITA DENTAL TECHNICIANS. **Materials- Products - Vita In-Ceram.** [?] Disponível em: <<http://www.vita-vip.com/en/dental-technicians/materials/products/vita-in-ceram/>> Acesso em 8 mai. 2015.

WISMEIJER, D; MANS, R; VAN GENUCHTEN, M; REIJERS, HA. **Preferências dos pacientes ao comparar impressões de implantes analógica utilizando um material de impressão poliéter contra impressões digitais (Intra-Scan) de implantes dentários.** Clin. Impl oral. Res. 2013;00:1-6.

WITKOWSKI, S. **CAD/CAM in dental technology.** Quintessence Dent Technol.2005;28:169-84.

YILMAZ, H; AYDIN, C; GUL, BE. **Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics.** J Prosthet Dent. 2007;98(2):120-8.

ZIMMER, S; GÖHLICH, O; RÜTTERMANN, S; LANG, H; RAAB, WH-M; BARTHEL, CR. **Long-term Survival of Cerec Restorations: A 10-year Study.** Operative Dentistry 2008;33(5):484-487.

3M ESPE. **O restaurador CAD/CAM 3M ESPE Lava Ultimate para CEREC.** 2011. Disponível em: <[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/pt\\_PT/3M\\_ESPE/Dental-Manufacturers/Products/Digital-Dentistry/Dental-Crowns/Cerec](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/pt_PT/3M_ESPE/Dental-Manufacturers/Products/Digital-Dentistry/Dental-Crowns/Cerec)> Acesso em 06 mai. 2015.  
(3M ESPE, 2011)